

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

明治大学大学院理工学研究科

2016年度

博士学位請求論文

各種給水負荷算定法の検証

Examinations of Various Water Supply Load

Calculation Methods

学位請求者 建築学専攻

呉 光正

2016年度 理工学研究科 博士学位請求論文（要旨）

各種給水負荷算定法の検証

(Examinations of Various Water Supply Load Calculation Methods)

学位請求者 建築学専攻
吳 光正

内容の要旨

1. 本研究の問題意識と目的

給水システムの設計では、日・時・分・秒あたりの給水負荷により、ポンプ・水槽などの機器容量または管径を決定する。現在、給水システムの負荷算定法は、主として、国土交通省設備設計基準（以下、設計基準という）と空気調和・衛生工学会規格 SHASE-S 206-2009（以下 SHASE-S 206 という）が用いられている。それらの算定方法（以下、従来算定法という）は、1970年代から1980年代に規定され、二項分布などの固定的な確率分布に基づいている。そこで、衛生器具の急速な節水化が進んでいる現代において、従来算定法は、節水化による器具負荷特性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。省エネルギー性やコスト削減などの観点から、節水化に対応した従来算定法の見直しが求められている。

一方で、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。この算定法は、給水システムの最大給水負荷（時間・日あたりの最大給水負荷）の算出のみ限定されず、水利用者の使用頻度・使用時間などの時系列的な器具利用行為に応じた流量変動を算出することができるため、ポンプの消費電力量などの二次的な要素の算出することも可能となる。

本研究は、現代の節水型衛生器具による給水負荷の実態を明らかとし、MSWCの開発および給水設備の計画設計に資する基礎的データを蓄積することを目的として、事務所ビルを対象に使用水量の実測を行った。そして、実測により求めた日給水量（以下、 Q_{day} という）と瞬時最大給水量（以下、 Q_{max} という）を用いて、設計基準の2種類の算定法と SHASE-S 206 の4種類の算定法に

よる給水負荷算定の精度、および MSWC による給水負荷算定法の適用性を検証した。また、在室人員を把握するため、衛生器具の利用回数による人員の逆算や、ITVカメラ・数取り器から人員の測定およびアンケート調査による人員の測定を行った。

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、事務所ビルの給水量、揚程の実測データを用いて、給水ポンプの消費電力量を算定し、実測値と比較した。

また、現在の非住宅建物で汎用されている、フラッシュバルブ式大便器の瞬間給水負荷（秒間値）が給水システムに大きな給水負荷を与えることが既知である。そこで、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たな給水方式の提案とし、その有用性を検討した。

2. 本研究の構成ならびに各章の要約

本研究は、次のような構成となっている。

- ① 各種給水負荷算定法の概要
- ② 実測による給水負荷算定法の評価
- ③ 実測した流量によるポンプ消費電力の計算
- ④ 新たな給水方式の検討

第1章では、本研究の背景、目的について述べた。また、論文の構成および各章の研究概要について、簡潔に記述した。

第2章では、各種給水負荷算定法についてまとめた。特に、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た。また、本論文で用いた専門用語の定義を示した。従来算定法とその略称を表1に、MSWCによる事務所ビルの給水負荷の算定例を図1に示す。

第3章では、各給水負荷算定法を評価することを目的

表1 従来給水負荷算定法の略称

算定方法		略称	算出可能な給水負荷
設計基準法	人員に基づく算定法	人員法	Qday Qmax
	衛生器具に基づく算定法	器具法	
SHASE 法	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	新給水負荷単位	
	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	

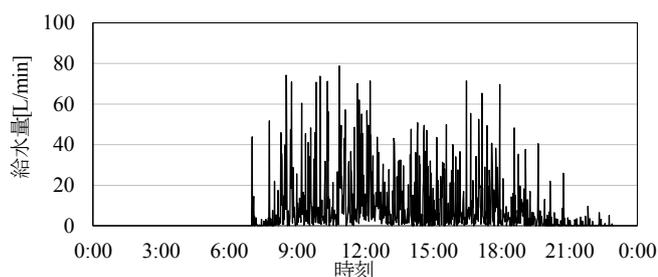


図1 MSWCによる事務所ビルの給水負荷 (Qmax) 変動の算定

として、Aビル、Kビル、Tビルの3つの事務所ビルで実測した給水負荷との比較を行った。各ビルの概要を表2に示す。また、MSWCによる算定においては、在室人員数について、慣用値と実測・計算値を用いた。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、MSWCは0.9~1.5倍になっており、MSWCによる予測が高精度であることを確認した。

表2 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	テナントビル	事務所
延べ床面積[m ²]	3755.01	15000	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	直結増圧方式	高置水槽方式 低層階：重力方式 高層階：加圧給水方式	直結増圧方式

①Aビルの在室人員は、ITVカメラによる測定（全階）および、衛生器具の使用回数による逆算（8階）により把握した。MSWCによるQmaxの算定値は実測値の1.3倍となり、実際の給水負荷とほぼ同程度の値が算定できることが確認された。一方、従来算定法によるQdayの算定値は実測値より最大10倍ほど大きくなり、給水負荷を過大に算定していることが確認された。これは、Aビルでは4.8L式の節水型大便器を導入されているためと考えられる。

②Kビルの在室人員は、テナントビルの入り口において、

数取り器によるの人員計測（全階）および、男子トイレの大便器の扉の開閉回数による逆算（10階・11階）により把握した。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、在室人員による全階のMSWCの結果は、飲食店の使用水量を含めると、実測値に近似した。これは、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ためと考えられる。

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把握した。また、アンケートの精度を検証するため、ITVカメラ映像による調査も行った。人員変動の傾向はアンケートとITVカメラは同様であった。しかし、女性の最大利用者数については、3日間を通して、ITVカメラによる人数はアンケートの人数の約1.3倍となった。これは、アンケートに反映されていない外部からの利用者があったためであると考えられる。計測した人員におけるMSWCの算定値は実測値に最も近似した。従来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た。また、Tビルの従来算定法による算定について、実測値を基に設計基準の2種（人員法・器具法）の原単位を修正した算定（以下、実原単位値という）も行った。その結果、実原単位値のQdayとQmaxは従来原単位による結果と比べて、実測値に近似した。

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、第3章に述べたTビルで実測した流量をもとにポンプの1日当たりの消費電力量を算定した。その結果を消費電力量の実測値と比較した。ポンプの吐出圧力を逆流防止弁による揚程損失を加えて、水道本管による吸込み圧力を減らした結果は実揚程になることより、関数化した給水ポンプの性能曲線に実揚程を代入して、ポンプの運転時消費電力量を算出した。また、既知の単位時間当たり（秒ごと）の待機消費電力量ポンプ待機電力に待機時間を乗じ、ポンプの総待機消費電力量を算出した。図3に示すように、算定した1日当たりの消費電力量は2.69kWh/dとなり、実測値

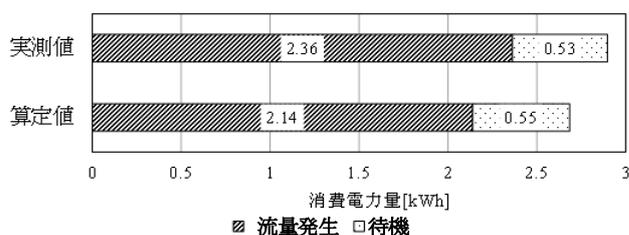


図3 消費電力量の実測値と算定値の比較

の 2.89 kWh/d より -7% 程度の差異が生じた。

第 5 章では、フラッシュバルブ式大便器に対応する省エネルギー式給水システム（以下、本システムという）を提案した。建物の用途によっては、高置水槽給水方式及び直結増圧給水方式が一般的に汎用されている。高置水槽給水方式について、給水ポンプが頻繁に作動せず、省エネルギー性に満たしているが、建築物環境衛生管理基準による一定の期間による清掃が必要となることと共に、水槽の導入によりコストも上昇する。直結増圧給水方式について、衛生の観点から掃除は必要ではないが、設置圧力の維持や水利用のピーク時間帯の最大給水負荷を負担するため、ポンプが頻繁に作動することにより、余分な電力が消費されている。そこで、衛生性と省エネルギー性に優れた本システムを提案した。

直結増圧方式給水システムに図 4 のような 1 m^3 の小型高置水槽を加えて、ピーク時の最大給水負荷を水槽で分担することに想定した。新築建物に対して、最上階はインバーターポンプの揚水管待端を分岐し、高置水槽とその 2 階の給水系統への給水ができるようにする。改築建物に対して、すべて高置水槽で給水する（図 5）。また、高置水槽の給水パターンについて、水位が安全水位に到達するとき、ポンプが作動せず、水槽からシステムに水を供給する。水位が起動水位まで低減した瞬間から、水位が安全水位に到達するまで、省エネモードに設置したポンプは安定な給水量で継続的に運転して水を補給する。本システムの省エネルギー性を検討するため、第 4 章のデータを用いて、給水流量を基に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た。その結果、シミュレートによる消費電力量は実測値より 61% 削減された。T ビルの給水系統図を図 6 に示す。

第 6 章では、以上の検討より得られた知見を総括し、今後の課題をまとめた。

- ①設計基準による算定を行う際に、従来の定められている給水原単位を用いると、過大に算定される。そこで、節水型器具に応じた給水原単位を用いることにより、実給水量に近い値を算定することが可能になることが確認された。
- ②MSWC による給水負荷算定では、各階ごとの算定および全階の算定において、実測値に近似した。Qday, Qmax において、従来の負荷算定法と比較し、実在室人員を用いた場合は実測値の 1.0 倍に近似した結果が多くみられ、高精度であることを確認した。
- ③アンケート調査による人員測定の値は、ITV カメラによる測定値と比べて、全階の人員変動だけではなく、

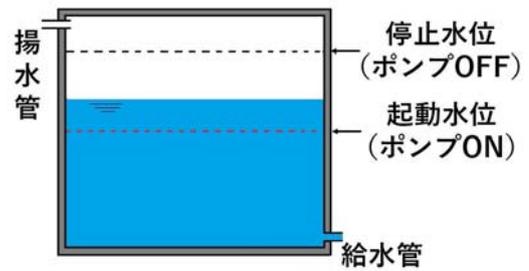


図4 小型高置水槽の構成

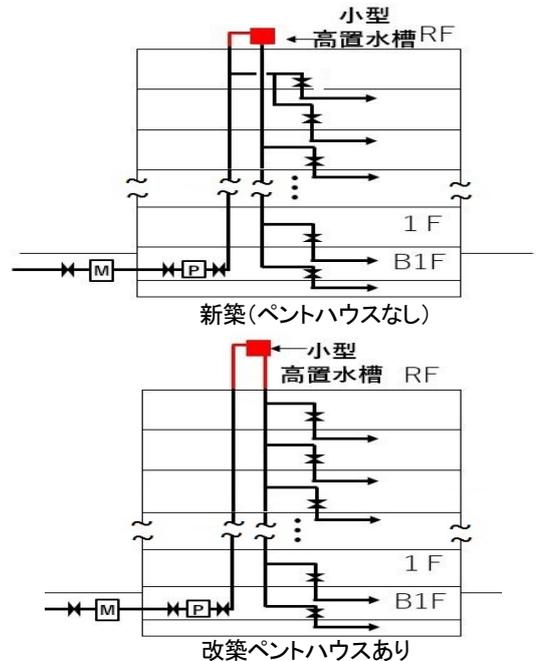


図5 小型高置水槽を用いた給水系統図

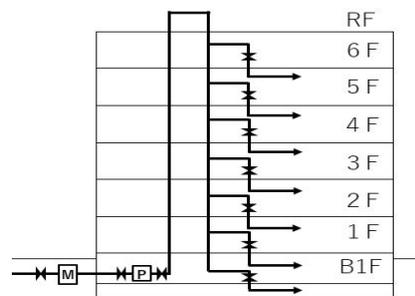


図6 Tビルの給水系統図

各階の人員変動の把握することも可能であることが確認された。また、アンケート調査による人員数を用いた MSWC の算定結果は実測値に最も近似していたことにより、今後の研究ではアンケート調査による人員測定を導入すると考えられる。

- 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が確認された。また、消費電力量の算定による差異の原因を検討し、精度の高い算定方法を作成し、MSWC に導入する予定である。
- ⑤小型高置水槽を加えた直結増圧式給水システムの節電効果が確認された。今後はこの給水システムを試作して、その性能を評価する予定である。

はじめに

18 世紀後半に欧米で開発された衛生器具が普及して以降快適さや汚物の搬送能力は常に最優先され、使用する揚水については現代とは大幅な差異があった。米国では、サイホン式の他に、洗浄水量が 20ℓ を超えるサイホンゼット式、ブローアウト式が開発された。近年、人口爆発による化石燃料は枯渇し、地球の温暖化から、エネルギー消費量および CO₂ 排出量の削減は大きく期待されている。給排水衛生設備分野では、給水・給湯エネルギーの低減、水資源の有効活用が求められ、衛生機器における節水技術の発展により、環境・エネルギー負荷の削減効果に大きく寄与している。そのことにより、日本では 2006 年から節水型衛生器具が登場し、近年においては、大便器を例とし更に 4.8ℓ までの製品が市販されている。

しかしながら、衛生器具による節水および省エネルギーは、衛生器具のみの水使用量の削減に着目しただけではなく、給水システムを改善・最適化することにより、最良の削減効果の達成することが期待される。給水システムの設計は、給水負荷の予測をはじめ、ポンプ・水槽などの機器容量（日・時・分負荷）または管径（分・秒負荷）を決定し、最終的に施工を行う。すなわち、給水システムを適切に設計することは、精確な給水負荷の予測に決定的な役割を果たす。

日本では、給水負荷の予測としては、国土交通省建築設備設計基準で 2 種類の瞬時最大給水量および日給水量の予測方法が、空気調和・衛生工学会規格 SHASE-S 206 で 5 種類の瞬時最大給水量の予測方法が定められている。しかし、予測法が載せられている基準はいずれも 1970～1980 年代に定められたもので、衛生器具の急速な節水化が進む現代においては給水負荷を過大に予測してしまう恐れがある。高効率な節水型衛生器具が次々と開発される中、節水機能と結合し、給水システムを改善・最適化するためには、最適な機器容量を決定するための正確な給水負荷の予測、詳細な実測調査により、建物の給水負荷の実態を明らかにすることが必要である。

一方で、給水・給湯負荷を時系列で予測することが可能となるモンテカルロ法に基づくシミュレーション法が広島大学の村川らによって提案され、それでその理論を基いたシミュレーションツール MSWC (Murakawa's Simulation for Water Consumption) が開発された。MSWC において、種類が異なる建物条件に基づく、1 日を通しての水使用行為データにより、瞬時、時間、日負荷をパーソナルコンピュータ上で系列的に算定することが可能となっている。しかしながら、このシミュレーションツールは未だ開発途上ということもあり、建物種別や各用途での時系列的な水使用行為等のシミュレーションツールを構築するための基礎的データの収集が必要とされている。

そこで、本研究では、事務所ビルを対象事例として取り上げ、現代の節水型衛生器具による給水負荷の実態を明らかにすること、MSWC の開発および給水設備の計画設計に資する基礎的データを蓄積することを目的とし、事務所ビルにおいて給水流量の実測を行う。そして、実測により求めた日給水量と瞬時最大給水流量をもとに、国土交通省建築設備設計基準の 2 種類予測法と空気調和・衛生工学会規格 SHASE-S 206 の 4 種類予測法（事務所ビルを対

象とし、集合住宅のみ予測できる予測法を除く)による給水負荷予測の精度、およびMSWCによる給水負荷算定法の適用性を検証する。さらに、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、1つの対象ビルの給水流量、給水揚程の実測データをもとに給水ポンプの消費電力量を算定し、実測した消費電力量との比較・検証を行った。

また、現在非住宅建物で汎用されている、フラッシュバルブ式大便器の瞬間給水負荷(秒間値)が給水システムに大きな給水負荷を与えることが既知である。フラッシュバルブ式大便器を導入した給水システムの給水負荷をMSWCで算定することに目指して、検討を行った。さらに、従来のフラッシュバルブ式大便器が採用された給水システムの特徴を考慮し、エネルギー消費量およびコストに優れる給水システムを提案した。

各種給水負荷算定法の検証

Examinations of Various Water Supply Load Calculation Methods

目次

はじめに

第1章 序論	1
1.1 研究目的	2
1.2 研究概要	3
第2章 各種給水負荷算定法の概要	5
2.1 従来の給水負荷算定法	6
2.1.1 国土交通省建築設備設計基準	
2.1.2 空気調和衛生工学会規格 SHASE-S206	
2.2 MSWCによる給水負荷算定法	17
2.2.1 MSWCの基本事項	
2.2.2 MSWCの使用法	
2.3 用語の定義	24
第3章 各種給水負荷算定法の算定値と実測値の比較	25
3.1 Aビル	26
3.1.1 給水負荷の測定	
(1) 建物概要	
(2) 測定目的	
(3) 測定方法	
(4) 測定結果	
3.1.2 従来法による算定値	
3.1.3 MSWCによる算定値	
(1) 全階の給水負荷	
(2) 8階の給水負荷	
3.1.4 各種算定値と実測値の比較	
3.2 Kビル	75
3.2.1 給水負荷の測定	
(1) 建物概要	
(2) 測定目的	
(3) 測定方法	
(4) 測定結果	

3.2.2	従来法による算定値	
3.2.3	MSWCによる算定値	
(1)	全階の給水負荷	
(2)	10～11階の給水負荷	
(3)	B1～9階の給水負荷	
3.2.4	各種算定値と実測値の比較	
3.3	Tビル	135
3.3.1	給水負荷の測定	
(1)	建物概要	
(2)	測定目的	
(3)	測定方法	
(4)	測定結果	
3.3.2	従来法による算定値	
3.3.3	MSWCによる算定値	
(1)	全階の給水負荷	
(2)	4～6階の給水負荷	
(3)	1～3階の給水負荷	
(4)	測定結果	
3.3.4	各種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	175
4.1	測定概要	176
4.1.1	測定目的	
4.1.2	測定方法	
4.1.3	測定結果	
4.2	給水流量による消費電力量の算定	177
4.2.1	算定目的	
4.2.2	算定方法	
4.2.3	算定結果	
4.3	測定および算定した消費電力量の比較	181
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	182
5.1	システムの検討	183
5.1.1	検討目的	
5.1.2	システムの構成、特徴および検討事項	

5.2 システムの性能評価	187
5.2.1 評価方法	
5.2.2 従来高置水槽給水システムの評価	
(1) 既設ポンプの場合	
(2) 新設ポンプの場合	
5.2.3 小型高置水槽を加えた直結増圧給水システムの評価	
(1) 既設ポンプの場合	
(2) 新設ポンプの場合	
5.2.4 MSWCの流量算定値を用いた評価	
第6章 結論	203
6.1 まとめ	204
6.2 今後の課題	205

おわりに

参考文献

付録

第 1 章

序論

1.1 研究目的

給水負荷の算出することは、図 1.1-1 に示すように、給水システム設計において最初の段階であり、適切な機器容量や管径を決定するうえで重要な意味をもつ。

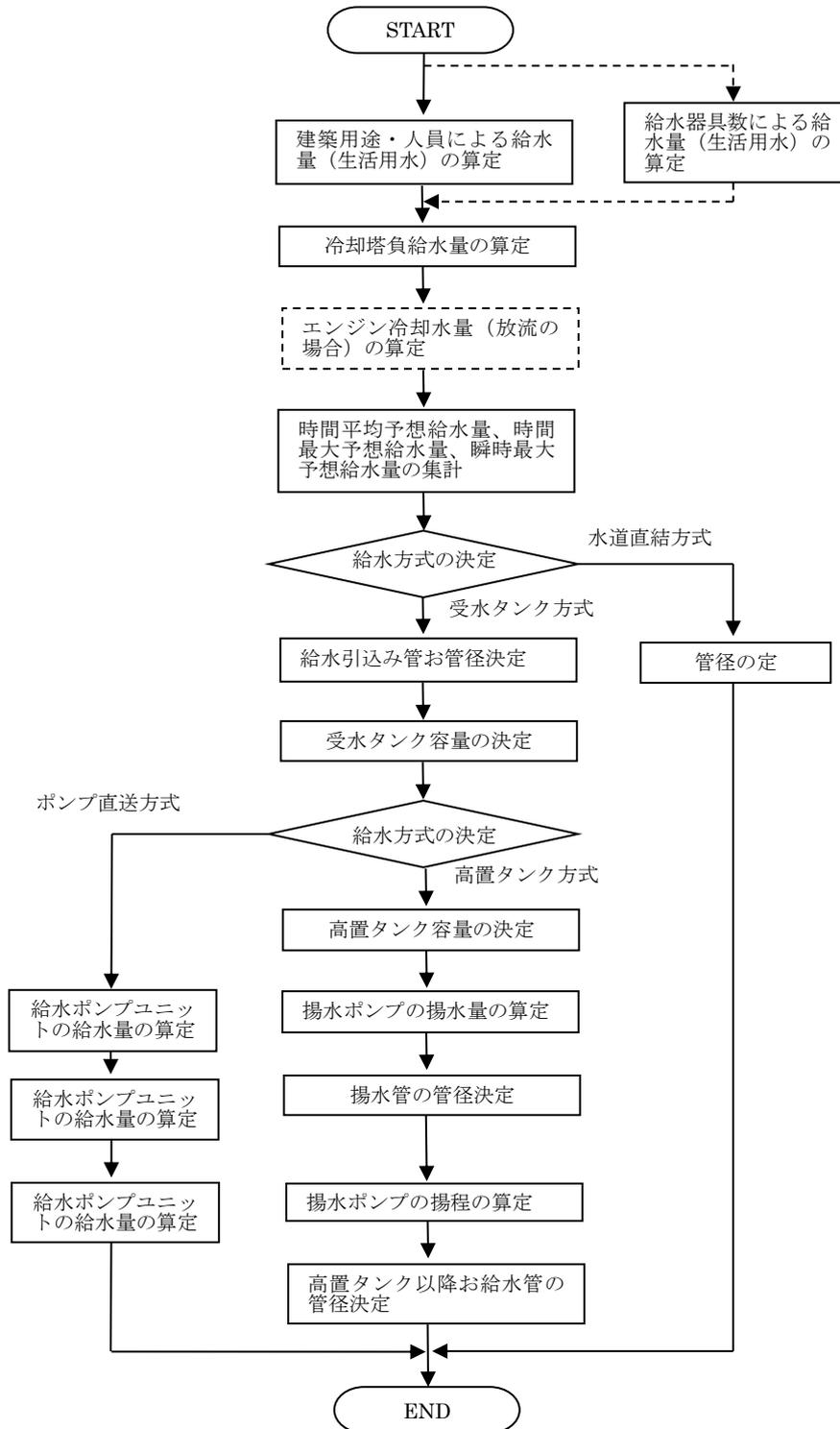


図 1.1-1 給水設備の計算フロー

現在、給水システム負荷予測法としては、国土交通省設備設計基準（以下、設計基準という）と空気調和・衛生工学会計画 SHASE-S 206（以下、SHASE-S 206 という）が用いられている。しかしながら、それらの基準は 1970 年代から 1980 年代に定められており、衛生設備の急速な節水化が進んでいる現代において、それらの給水負荷原単位を用いると給水負荷を過大に予測してしまうおそれがある。そのため、それらの給水負荷予測法において現在の衛生器具を用いるシステムに対応し、更新することが求められている。

その一方で、建築における水使用行為を確率モデルにあてはめることにより、水使用状況をより実値に近くに予測することが可能なシミュレーションツール：MSWC(Murakawa's Simulation for Water Consumption)の開発が村川らにおいて進められている。

本研究では、MSWC による給水システム設計法の確立のための基礎的研究として、設計基準と SHASE-S 206 を取り上げた。事務所ビルを対象に給水実態を調査し、設計基準の算定法によって求められた日給水量と MSWC により求められた算定値と実測によりもとめた日給水量（以下 Q_{day} という）および瞬時最大流量（以下 Q_{max} という）に基づいて比較・検証を行った。

1.2 研究概要

本論文では 3 つの対象ビル（以下、A ビル、K ビル、T ビルという）において、給水量・給水流量・在室人数・器具利用回数をビル全体・単独階に分けて計測した。各計測について概要を表 1.2-1 に示す。以下、日給水量を Q_{day} 、瞬時最大給水流量を Q_{max} という。

表 1.2-1 実測概要

計測項目	日給水量 [L/day]	給水流量 [L/sec]	電流[A] 電圧[V]	在室人数[人]		衛生器具利 用回数[回]
				アンケー トによる	監視カメ ラによる	
計測目的	対象ビルに おける Q_{day} を把 握する	対象ビルお よび単独階 における Q_{day} 、 Q_{max} をま とめる	流量計測期間 衛生器具の給 水に関する消 費電力量 [Kwh] を算出 する。	全建物、また は各テナン トにおける 在室人数を 計測する。	流量計測期 間における 全建物在室 人数または 人数の経時 変動を計測 する。	単独階におけ る流量計測期 間の在室人数 を算出する

本論文本文の構成を以下に記す。

第1章 序論

本研究の背景と目的述べる。

第2章 各種給水負荷算定法の概要

本研究に関する基本事項について述べる。各対象建物における実測結果との比較に用いる従来の給水負荷算定法と MSWC の紹介を行う。また、本研究における用語の解説を行う。

第3章 各種給水負荷算定法の算定値と実測値の比較

第3章では、各対象ビルの給水負荷の得ることを目的として、2012～2015年に行われた計測によって得られたデータの説明および解析をそれぞれ行った。また、各対象ビルの給水負荷を従来算定法および MSWC での算出結果を実測値と比較して、各給水負荷算定法の精度を検討した。

第4章 給水ポンプ消費電力量の算定および比較・検証

第4章では、対象ビルに対する計測の有効性を検証し、衛生器具において上水の電力消費状況を明らかにするために、事務所ビルを取り上げ、全階に対する流量計測期間に給水ポンプにおける電力の消費状況に関する計測およびデータの解析を行った。また、MSWC よりポンプの消費電力量を算出するための基本研究として、実測流量よりポンプの消費電力量を算出する方法を提案した。

第5章 小型水槽を加えた直結増圧給水システムの検討

第5章では、現在汎用されている直結増圧方式・高置水槽方式給水システムに対して、衛生性と省エネルギー性に優れた給水システムを提案して、その性能を評価した。

第6章 結論

本研究のまとめと、今後の課題について述べた。

第 2 章

各種給水負荷算定法の概要

2.1 従来の給水負荷算定法

現在一般建築における給水荷算定法としては、空気調和・衛生工学会規格 SHASE-S 206（以下 SHASE-S 206 という）、国土交通省建築設備設計基準（以下、設計基準という）が用いられている。空気調和・衛生工学会規格 SHASE-S 206 では4つの Qmax の算定法が、国土交通省建築設備設計基準では2つの Qmax、および日 Qday の算定法が定められており全部で6つの給水負荷算定法が存在する。本章では対象ビルにおいて、各種算定方法による給水量の算定を行った。なお、給水負荷算定法は現在6種類であると述べたが SHASE-S 206 による算定法のうち1つは集合住宅を対象としているため、今回は適用しない。

対象建物に設置されている大便器は、洗浄水量 4.8L 型の給水管圧力と小型タンク併用型のハイブリッドタイプの大便器であることを考慮し、洗浄タンク式の大便器とみなして算定を行っていく。今回用いた給水負荷算定法の一覧を表 2.1-1 に示す。

表 2.1-1 給水量の算定法

	算定方法	略称	算出可能な給水負荷
国土交通省建築設備設計基準 ¹⁾	人員に基づく算定法	人員法	Qday
	衛生器具に基づく算定法	器具法	Qmax
空気調和衛生工学会規格 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	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	-	

2.1.1 国土交通省建築設備設計基準

設計基準では、1日の給水量は原則として対象施設の利用人員に基づき算定することと定められている。但し書きで、人員に基づき算定することが適当でない場合には、給水器具数に基づき算定することができる」とされている。人員法による算定フローを図 2.1.1-1 に、器具法による算定フローを図 2.1.1-2 に示す。

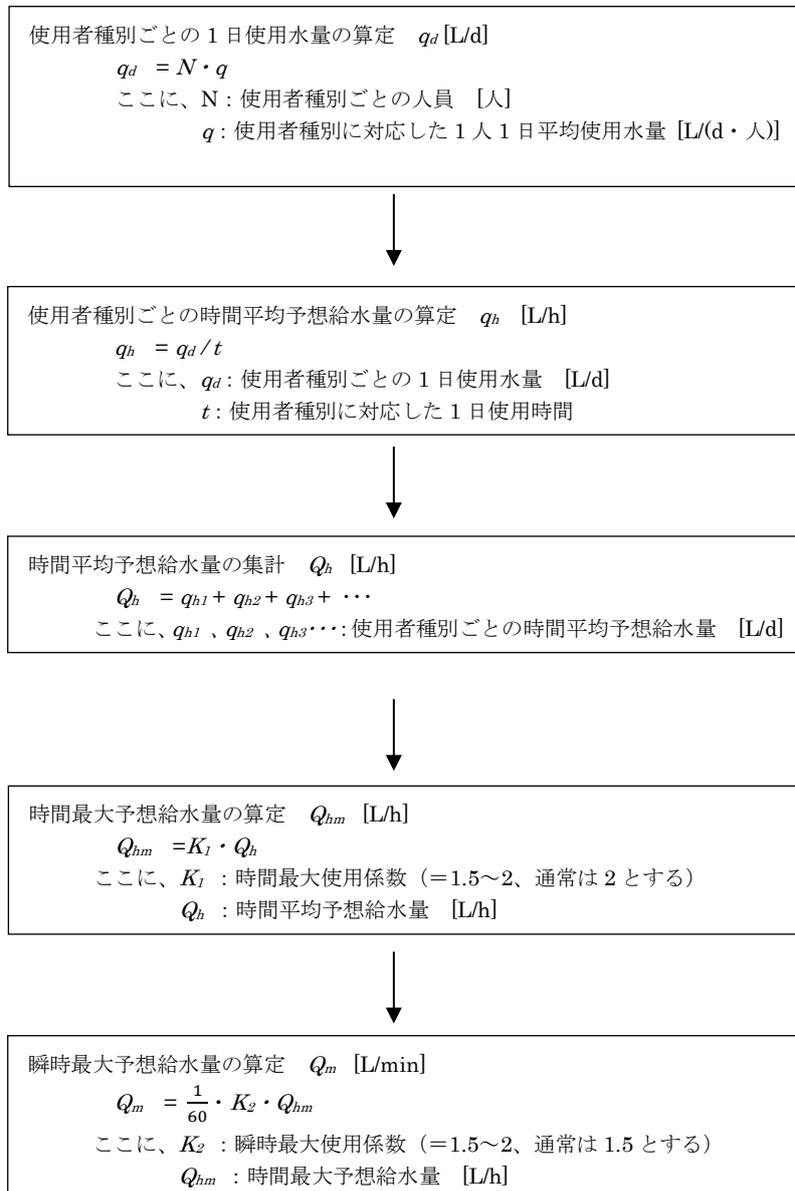


図 2.1.1-1 人員による給水量の算定フロー

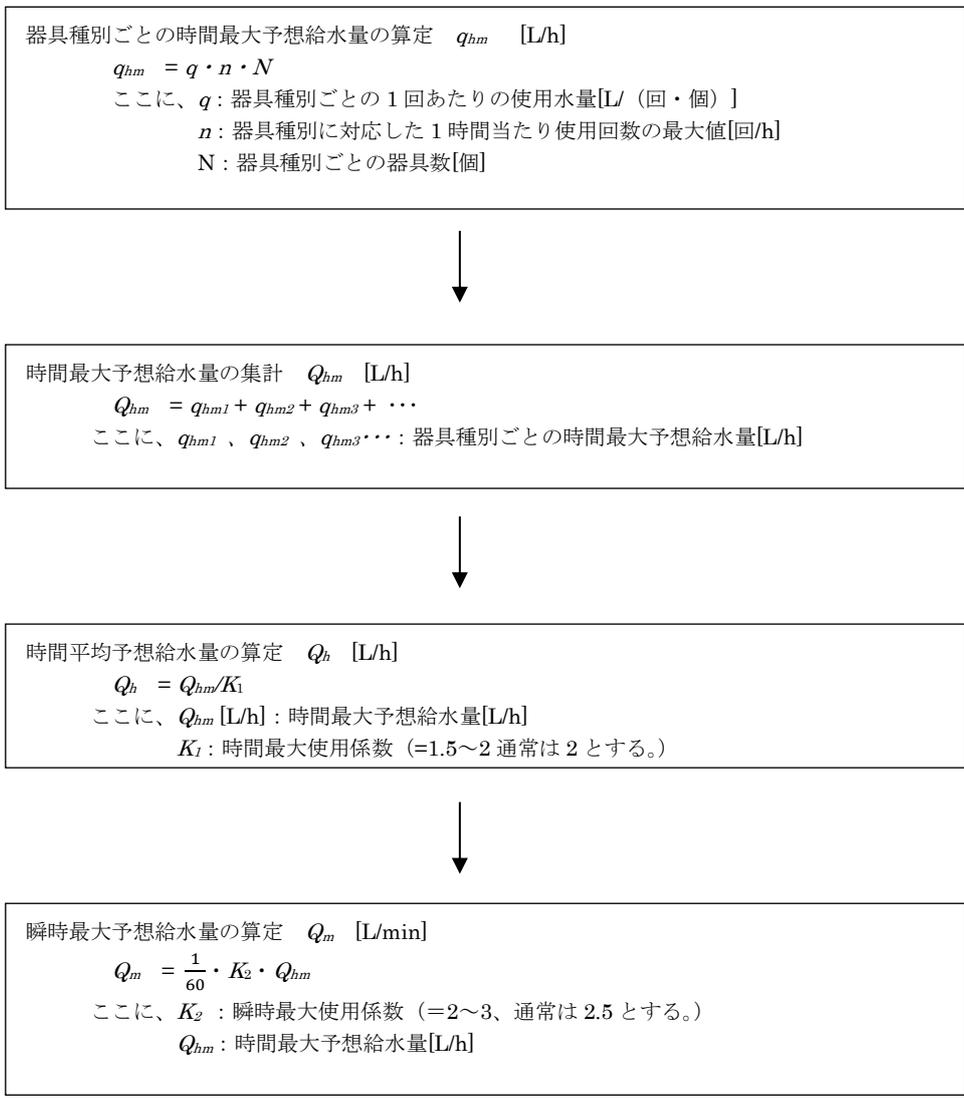


図 2.1.1-2 給水器具による給水量の算定フロー

表 2.1.1-1 建築物の用途による 1 人当たり使用水量・使用時間

建築用途	使用者種別	使用者算出方法*1	1人1日平均 使用水量 [L/d・人]	1日平均 使用時間 [h]	備考
事務所	在勤者	0.1~0.2人/m ² (事務室面積当たり)*2	80~100	8	職員食堂使用量は、 別途加算する。 20~30L/(人・食)

注 *1 実数が明らかな場合は、それによる。ただし、将来の増加を見込むものとする。

*2 事務室には、社長室、秘書室、重役室、会議室及び応接室を含む。

備考 (1) 備考欄に注意書きのある場合を除いて、冷却塔補給水及び食堂使用水量を別途加算する。

(2) 管理人等が常駐している場合は、加算する。使用水量等は、共同住宅の値を準用する。

表 2.1.1-2 各種衛生器具・水栓の特徴

器具	水栓	各種衛生器具・水栓の流量			水栓等必要 最小圧力 [kPa]	器具給水負荷単位*	
		1回当たり使 用水量 q[L]	1時間当たり 使用回数 n[回]	瞬時最大流 量 qp[L/min]		公衆用	私室用
洋風 便器	洗浄弁	10~10.5	6~12	80~150	70	10	6
	洗浄タ ンク	8~10.5	6~12	10	-	5	3
小便器	-	2~4	12~20	20~25	70	5	-
洗面器	-	10	6~12	10	-	2	1

注 *給湯栓併用の場合は、1個の水洗に対する器具給水負荷単位は、本表の値の3/4とする。

2.1.2 空気調和衛生工学会規格 SHASE-S206

SHASE-S206 による各算定法および特徴を表 2.1.2-1 に示す。

表 2.1.2-1 瞬時最大給水流量の算定法の分類

方法	適用用途	使用に当たりの特徴	算定の考え方・フロー	出典など
方法 1 水使用時間率 と器具給水単 位による方法	全般的に使用可能	[長所] ・データの集積を経た、高齢性を持った算定法である。 ・設計者の判断要素が多く、実態に即した管径計算である。 ・設置器具数に対する使用人数が少ない場合の定見が考慮されている。 [短所] ・計算では、算定法が複雑である。 ・水使用時間率 η は、暫定値が多い。 ・異種器具を合成する場合の加算係数 1/2 の検討が必要である。 ・器具の補正のデータが大便秘器・小便器・洗面器のみで、他の器具の補正方法が不明確である。	①器具数設置係数減数→当時最大水使用器具数 理論式： $Y_{max} = c\eta + b\sqrt{c\eta} + \Delta$ ②同時最大水使用器具数、各器具の器具給水単 位→瞬時最大給水流量（同時使用給水量） 理論式： $Q_{max} = Y_{max}q \times 14(L/min)$ *標準水圧 100kPa、開度 90~120° ③器具数の補正（任意利用形態） 2 箇所又は 2 階以上に分さん配置される場合 ④異種器具の合成 ⑤最大流量となる器具流量+他の流量合計値の 1/2 *簡易図法（任意利用形態集中利用形態）	岡光正の近似式 水使用時間=0.5 暫 定値 器具給水単位の表 村川三郎：事務所想 定 10 時間平均によ るポアソン分布、棄 却率 0.001
方法 2 新給水負荷単 位による方法	住宅、集合住宅、事 務所のみ使用可能	[長所] ・データの集積を経た、高齢性を持った算定法である。 ・算定方法が、簡便である。 [短所] ・住宅、集合住宅、事務所建物以外は適用できない。 ・住宅と事務所が、それぞれ他用途と混在する場合は、算定でき ない。 ・洗浄弁と洗浄タンクが管材する場合の算定ができない。	①水の同時使用数分布：ポアソン分布あるいは二 項分布に近似 ②洗面器（住宅）を基準として新給水負荷単位の 算定 ③新給水負荷単位→瞬時最大給水流量（線図利 用）（住宅、事務所で洗浄弁あり・なしを選択）	新給水負荷単位の 表
方法 3 器具利用から 算定する方法	器具数の少ない場 合、器具の使用や使 用水量に規則性が ある場合に、設計者 の判断で使用可能	[長所] ・算定法が簡便である。 ・例えば、次のような場合の適用に効果的である。 1) 学校にて使用時間帯が異なる部分（実験室、調理教室と生徒用 便所など） 2) 学校におけるシャワールームのように器具の使用が集中する場合 [短所] ・器具数の少ない場合しか適用できない。	①器具数（大便秘器[洗浄弁]—一般器具）→器具の同 時使用率 ②器具の胴に使用率×各器具別の瞬時最大流量→ 瞬時最大給水流量	各種衛生器具・水栓 の使用量及び瞬時 最大流量
方法 4 器具給水負荷 単位による方 法	全般的に使用可能	[長所] ・算定法が、簡便である。集中利用形態での算定に向いている。 [短所] ・器具給水負荷単位が 10 以下（器具数の少ない）の場合や、器具 給水負荷単位 3000 以上（器具数が多い）の場合は算定できない（線 図が準備されていない） ・洗浄弁と洗浄タンクが混在する場合の算定方法が不明確であ る。 ・設置器具数に対する使用人数が少ない場合の低減が考慮されて いない。 ・安全率が大きいといわれている。	①各器具の器具給水負荷単位の和（公衆用/私室 用） ②器具給水負荷単位の和→瞬時最大給水流量	ハンター（米国） 器具給水負荷単 位の表 器具給水負荷単 位と瞬時最大給水 流量の図（ハンター 曲線）

今回の算定では方法 1~4 を使用する。

(1) 水使用時間率と器具給水単位による方法

器具種別ごとに、器具設置個数によって式 (1)、および式 (2) を用いるか、又は図 2.1.2-1 を用いて Q_{max} を算出する。水使用時間率 η の標準値と器具給水単位は、表 2.1.2-2 に示す。

また、異種器具が混在する場合の Q_{max} は、個々の器具の Q_{max} のうち最大のものに、他の器具の 1/2 を加えて求める。ただし、連続流は 1/2 とせずそのまま加える。

さらに、任意利用形態で器具が設置されている場所または階が 2 以上の場合は、図 2.1.2-2 を用いて人数に対応した器具個数の補正を行う。

$$Y_{max} = c\rho\eta + b\sqrt{c\rho\eta} + \Delta \dots\dots\dots (1)$$

ここに、

- Y_{max} : 棄却率 k による同時最大水使用器具数 [個]
- c : 設置器具数 [個]
- ρ : 利用率
- η : 水使用時間率
- b, Δ : k によって決まる定数

$$Q_{max} = Y_{max}q \times 14 \dots\dots\dots (2)$$

ここに、

- Q_{max} : 瞬時最大給水量 (同時使用給水量) [L/min]
- Y_{max} : 同時使用最大水使用器具数 [個]
- q : 器具給水単位

表 2.1.2-2 器具給水単位と水使用時間率 η の標準値

器具名	給水方式など	接続口径 [A]	器具給水単位	給水そのまま使用の単位	水使用時間率 η
大便器	洗浄弁サイホン式/男	25	9	-	0.03(10/300)
	洗浄弁サイホン式/女	25	9		0.15(15/100) 擬音装置使用は 0.1(10/100)
	洗浄弁洗出し/男	25	6		0.03(10/300)
	洗浄弁洗出し/女	25	6		0.15(15/100) 擬音装置使用は 0.1(10/100)
	洗浄タンク/男	13	1		0.15(15/100)
	洗浄タンク/女	13	1		0.5(50/100)
	タンクレス形/男/6L	13	1.4		0.08(22/300)
	タンクレス形/女/6L	13	1.4		0.33(33/100) 擬音装置使用は
	タンクレス形/男/8L	13	1.4		0.22(22/100)
タンクレス形/女/8L	13	1.4	0.41(41/100) 擬音装置使用は		
					0.27(27/100)
小便器	洗浄弁	13	2		0.3(13/40)
	洗浄タンク	13	0.5		1.0(ただし連続流)
洗面器	立て水栓 ため洗い	13	1	0.5	0.5
	混合 流し洗い	13	1	0.5	0.5
	自動水栓 定流量弁あり	13	0.2	-	0.5
	自動水栓 定流量弁なし	13	0.5	-	0.5

注記：基準流量は洗面器の流し洗いの流量、標準水圧 100kPa で毎分 14L をとり、これを器具給水単位 1 と定めた。

器具が同時占有されるが、実際は利用者の交代に要するロス時間があると考え、利用率は 0.9 を採用した。棄却率は、同時使用による多少の水圧低下を許容し得るものとして $k=0.05$ として $b=1.64$ 、 $A=0.8$ とした。棄却率 k と b 、 A との関係を表に示す。

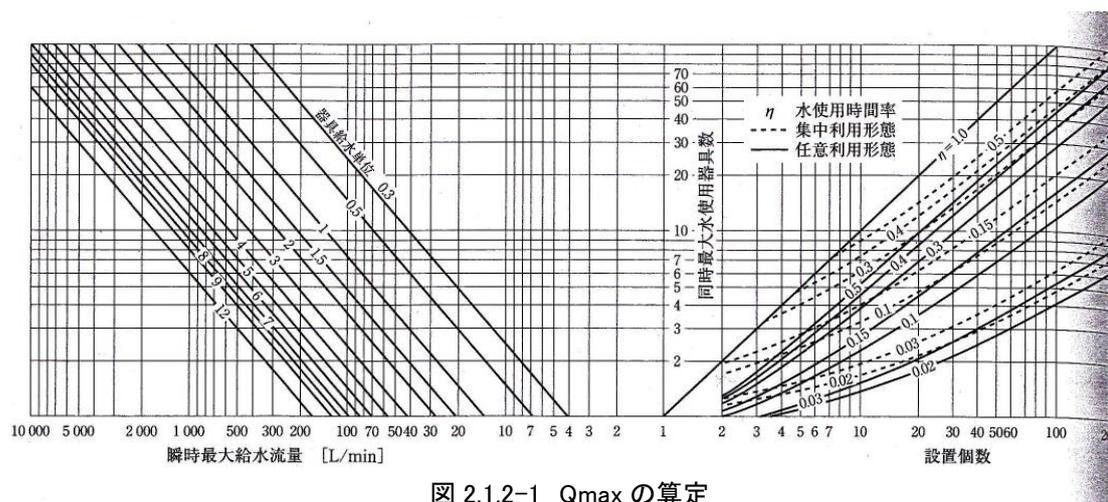


図 2.1.2-1 Qmax の算定

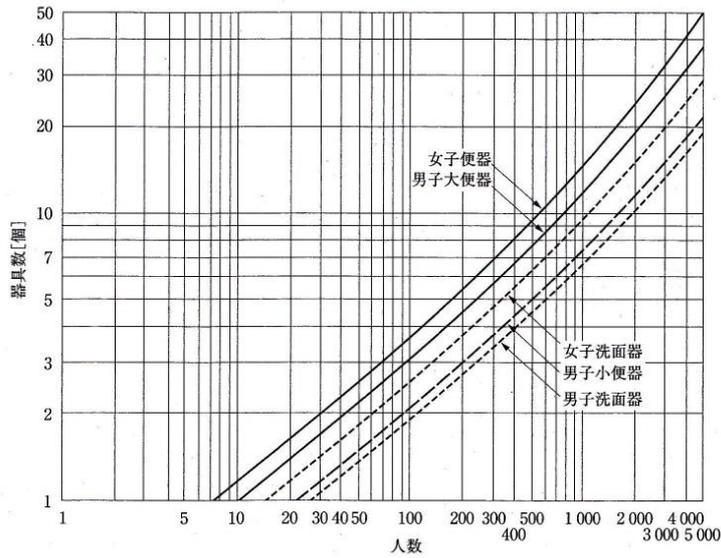


図 2.1.2-2 器具数の補正(任意利用形態)

表 2.1.2-3 器具数と利用率

設置器具数 c	1	2	3	4	5	7	10	15	20	50	100
利用率 ρ											
利用率近似式(参考)	0.01	0.07	0.13	0.20	0.26	0.33	0.42	0.50	0.55	0.65	0.70
$\rho=0.1684\text{Ln}(c)-0.0087$	0 ^{a)}	0.108	0.176	0.225	0.262	0.319	0.379	0.447	0.496	0.65	0.767

注 a) 利用率近似式 $\rho=0.1684\text{Ln}(c)-0.0087$ では $c=1$ のとき -0.01 であるが、0 とする。

表 2.1.2-4 棄却率 k によって決まる定数 b と補正係数 Δ

k	0.1	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001	0.0001
b	1.28	1.64	2.05	2.33	2.58	2.88	3.09	4.26
Δ	0.6	0.8	0.9	1.0	1.11	1.3	1.4	1.7

岡田光正：建築計画学、12、施設規模、pp225、丸善、1970 による。

(2) 新給水負荷単位による方法

各器具の新給水負荷単位を表 2.1.2-5 より選定し、その和と図 2.1.2-3 に示す負荷曲線により算定する。

表 2.1.2-5 事務所ビル新給水負荷単位

性別	器具名	新給水負荷単位	備考
男子	大便器	5	洗浄弁式
	大便器	3.5	タンク式
	小便器	3	洗浄弁式 (センサ感知自動洗浄弁含む)
	洗面器	1.5	-
女子	便器	8	洗浄弁式
	便器	5	タンク式
	洗面器	1.5	-

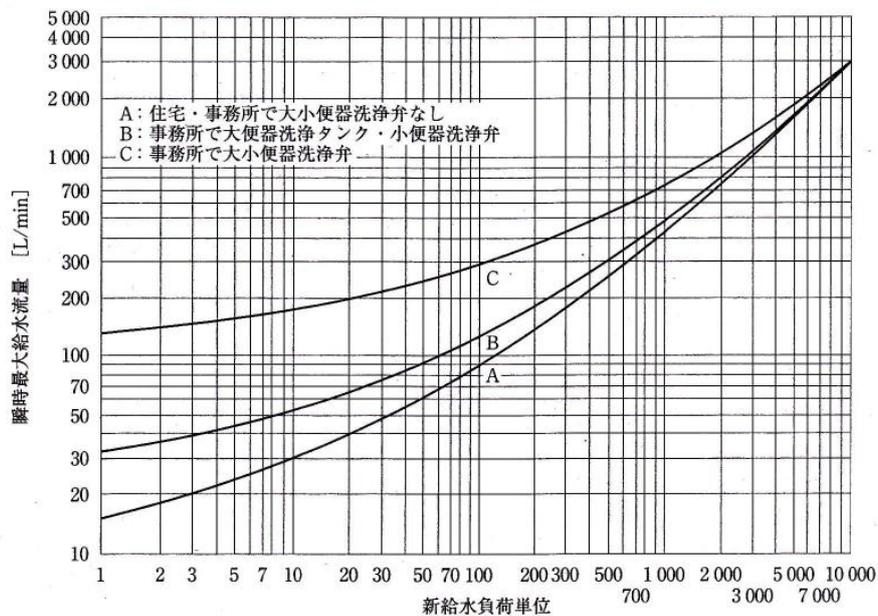


図 2.1.2-3 Qmax の算定

(3) 器具利用から算定する方法

表 2.1.2-6 より同時使用器具数を求め、表 2.1.2-7 より各器具別の瞬時最大給水流量を選定し、それらに乗じて算出する。表 2.1.2-6 に器具数が示されていない中間の値は、比例配分によって求めるが、器具の使われ方がかなり特定できるような場合は、この表によらず、具体的に同時使用を検討する。

表 2.1.2-6 器具の同時使用率[%]

器具数[個]	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
大便器(洗浄弁)	100	50	50	40	30	27	23	19	17	15	12	10
一般器具	100	100	70	55	48	45	42	40	39	38	35	33

表 2.1.2-7 各種衛生器具・水栓の使用量及び Qmax

器具名	1 回当たり 使用量[L]	瞬時最大給水 流量[L/min]	備考
大便器洗浄弁	6~3	105	使用は 1 回洗浄/回の場合。公共的な便所における洗浄回数は、男子 1.5 洗浄/回、女子は 2.0 洗浄/回程度である。
大便器密結形ロータンク	6~10	10	
大便器平付形ロータンク	8~11	10	
大便器隅付形ロータンク	8~11	10	
大便器一体形ロータンク(ワンピース)	16	10	
大便器タンクレス形	6~8	20	
大便器タンクレス形(小型タンク併設形)	5~5.5	10~13	
小便器洗浄弁	4~6	30	大浴槽の場合の必要流量は、浴槽をはる時間から求める。
小便器自動洗浄タンク	4~6	8~13	
洗面器	10	10	

空気調和衛生工学会便覧（第 14 版）、第 4 巻、給排水衛生設備、2010

(4) 器具給水負荷単位による方法

表 2.1.2-8 より、各器具の器具給水負荷単位を求め、その和と図 2.1.2-4 に示す負荷曲線から算定する。

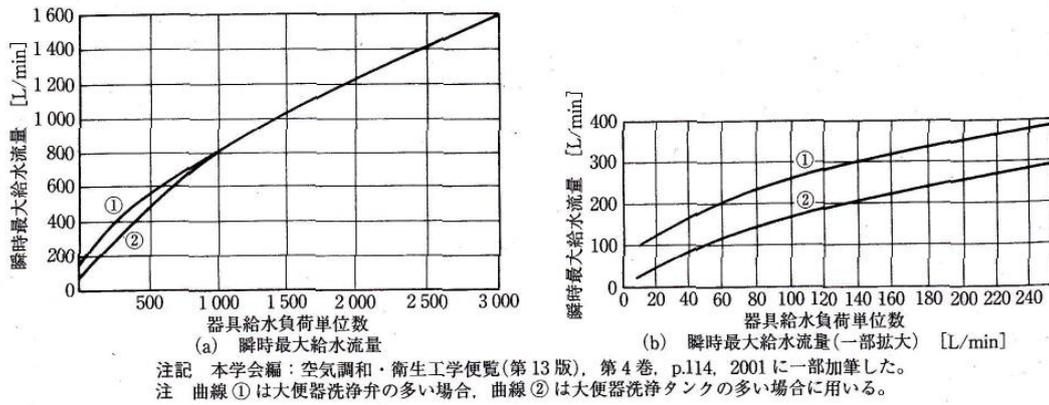


図 2.1.2-4 Qmax の算定

表 2.1.2-8 器具給水負荷単位

器具名	水栓	器具給水負荷単位	
		公衆用	個室用
大便器	洗浄弁	10	6
大便器	洗浄タンク	5	3
小便器	洗浄弁	5	-
小便器	洗浄タンク	3	-
洗面器	給水栓	2	1

空調和衛生工学便覧 (第14版)、第4巻、給排水衛生設備、2010

2.2 MSWCによる給水負荷算定法

2.2.1 MSWCの基本事項

MSWCはモンテカルロ手法による時系列で給水負荷の予測が可能であるシミュレーションツールである。図2.2.1-1に示すように、衛生器具についての使用ですが、器具の使用頻度・吐水流量・吐水時間・湯使用温度、使用者の占有時間などの条件の平均値の頻度割合は、平均値1の確率分布で累積し、アーラン分布、指数分布、超指数分布で表せる。モンテカルロ法で確率の乱数を発生し、各条件の値を決め、算定対象とする建物に設置された器具数、平均吐水時間、平均吐水量、対象件数を入力することにより、瞬時、時間、日負荷の算出が可能となっている。村川によって提案されている負荷算定の手順を図2.2.1-2に示す。

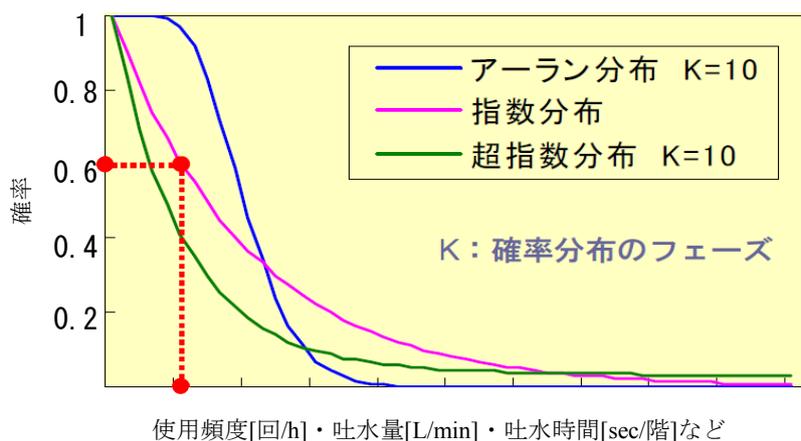


図 2.2.1-1 各事項の確率頻度分布

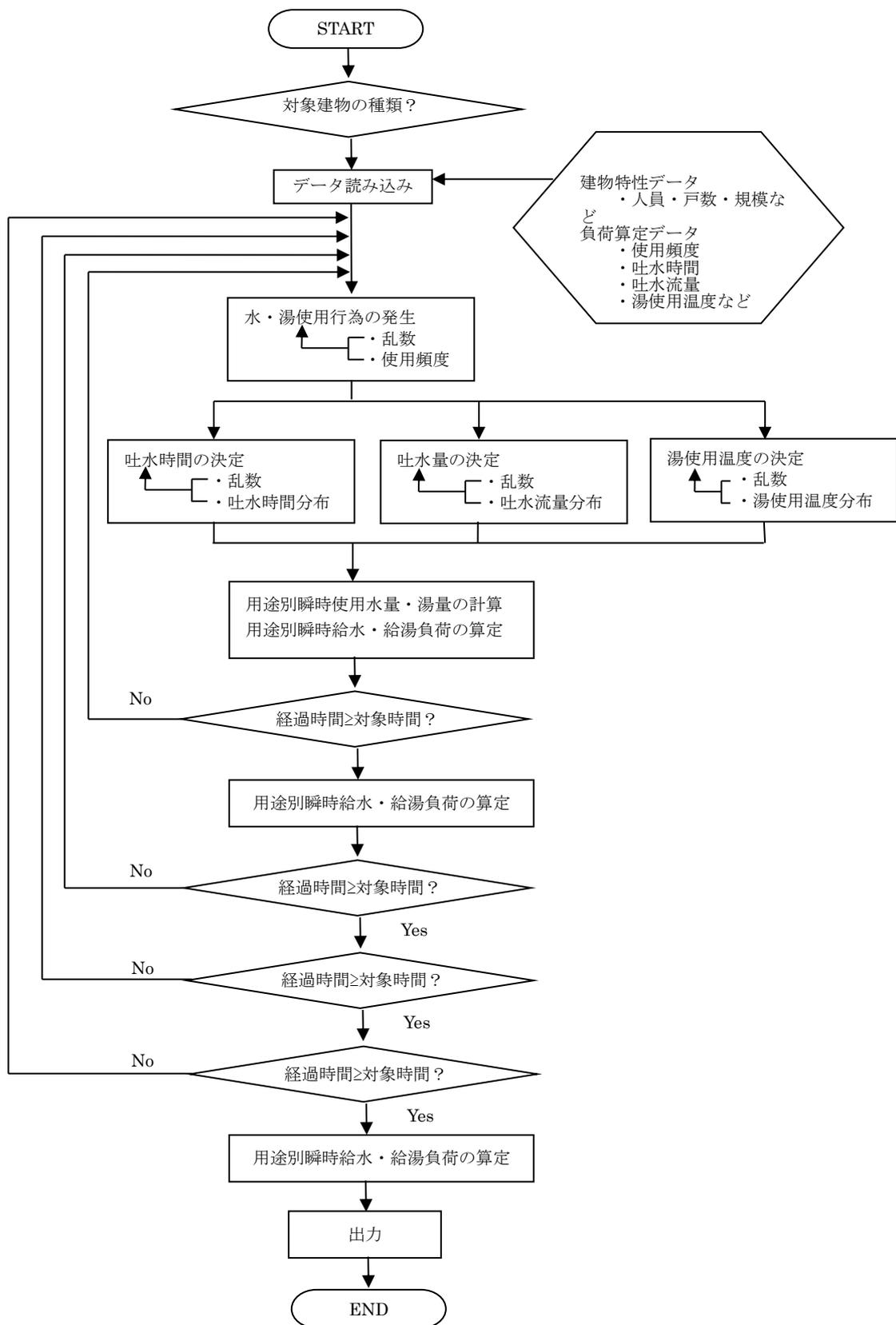


図 2.2.1-2 シミュレーション算定手順

2.2.1 MSWC の使用方法

本論文の対象ビルのシミュレーション条件を表 2.2.1-1 に示す。対象建物に設置されている大便器は、洗浄水量 4.8L の小型タンク併設型のハイブリッドタイプで、タンクに給水する際の給水量は定流量弁により 12L/min になるように設定されており、かつ小型タンクの容量は 3L である。これらのことを考慮し、平均吐水量は 12L/min、平均吐水時間は 15 秒と設定した。

対象件数とは男女別の人員のことを指し、建物全階の給水負荷を算出するにはビル全体の人数を、単独フロアの給水負荷を算出する場合はそのフロアの入員を入力する。

操作個方法について、Windows7 バージョンのオペレーティングシステムうえで、Microsoft Office Excel 2010 の手順について以下に記す。

表 2.2.2-1 シミュレーション条件

		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	時間別到着率[人/min]	各器具・各時間帯で設定				
	到着率分布形	ポアソン分布				
	設定器具数[個]	対象ビルに応じて入力				
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	Hyp2
吐水量 モデル	平均吐水時間[sec]	17.2	5	6	17.2	11
	吐水時間分布形	Exp.	Exp.10	Erl.3	Exp.	Erl.3
	平均吐水流量 L/min]	49.8	30	5	49.8	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
対象件数（人数，戸数，室数）		対象ビルに応じて入力				

MSWC の操作画面を図 2.2.1-3 に示す。

The screenshot displays the '負荷算定 51211' (Load Estimation 51211) window. It is divided into several sections:

- 施設選択 (Facility Selection):** A list of facility types including 住宅 (Residence), ホテル (Hotel), 飲食店舗 (Food/Drink Shop), 事務所 (Office), 駅 (Station), and various types of housing (集合住宅). The '事務所' (Office) is currently selected.
- 結果名 (Result Name):** A text field containing '×社'.
- 器具数設定 (I) (Fixture Count Setting):** A button to set the number of fixtures.
- 計算開始 (G) (Start Calculation):** A button to begin the simulation.
- 器具名 (Fixture Name):** A list of fixture types with checkboxes for selection: 男大 (Men's Large), 男小 (Men's Small), 男洗 (Men's Wash), 女便 (Women's Toilet), and 女洗 (Women's Wash).
- 件数設定 (K) (Quantity Setting):** A field showing '5'.
- 湯温設定 (Y) (Water Temperature Setting):** A button to set water temperature.
- 終了 (Q) (End):** A button to end the simulation.
- 対象件数 (Target Quantity):** A field showing '1'.
- 解析単位 (Analysis Unit):** Radio buttons for '1.0秒' and '0.1秒', with '0.1秒' selected.
- 備考 (Remarks):** A text area containing 'テストデータ'.
- 設定値編集 (Setting Value Edit):** A button to edit the data table.
- ファイルリスト (File List):** A table with columns for 'ファイル名', '日付', '施設', and '備考'. It includes buttons for '選択ファイル読込', 'ファイル更新', and '新規保存'.
- 設定値表 (Setting Value Table):** A table with columns for '設定値名称', '男大', '男小', '男洗', '女便', and '女洗'. It lists various parameters like fixture counts, water flow rates, and occupancy times.

設定値名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数	7	12	7	12	12
吐水時間の分布形(Exp=1 Hyp=1 ...)	-1	0	0	-1	0
吐水時間の分布形のフェーズ	1	10	3	1	3
平均吐水時間(秒/回)	17.2	5	6	17.2	11
吐水量の分布形(Exp=1 Hyp=1 Erl...)	0	0	0	0	0
吐水量の分布形のフェーズ	6	10	10	6	10
平均吐水量(L/min)	49.8	30	5	49.8	5
占有時間の分布形(Exp=1 Hyp=1 ...)	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

図 2.2.1-3 シミュレーション操作画面

図 2.2.1-3 について、各番号の区域の解説はで示す：

「①」の「施設選択」について、対象となる建物を選択、本研究では、事務所ビルを対象とし、「事務所」をせんたくする（最下部にファイルリストから選択してもよい、また、ファイルを指定して「⑩」の「選択ファイル読込」をクリック）。

次に、編集する条件ファイルを指定して書き換え・保存

全体の条件について以下で示す：

「②」の「解析単位」について、1.0 秒での解析は誤差が生じるので、0.1 秒での解析は推薦設定である（解析時間が長い）。

「③」について、「結果名」は算定結果のファイル名に付くことができる。「器具種」は右の「⑥」の「器具名称」の器具種の選択数以上を入力すると算定中にエラーとなるので、変更することが不要である。「対象件数」は、現在と同じ条件における件数で、事務所を考慮して設定。

「④」の「器具数設定」について、「⑥」の「器具名称」の器具種の算定対象数の変更、「⑨」の「設定値編集」でも同じ操作が可能である。「④」の「件数設定」については 24 時間の各器具別の器具使用人数または行為発生件数を変更することが可能であり、「湯温設定」については 24 時間の供給水温度と各器具別使用温度を変更することが可能である。

「⑤」の「計算開始」について、書き換え・新規ファイル保存、計算使用ファイルを選択後にクリック、算定条件による負荷算定シミュレーションへ移行することが可能である。「⑤」の「終了」について、負荷算定へ移行せず終了することが可能である。

「⑦」の「備考」について、データに関する DEMO を記載することが可能である。

「⑧」の「設定値」欄について、各器具種の算定 11 条件を閲覧することが可能である。

「⑨」の「設定値編集」について、各器具種の算定 11 条件を変更することが可能である。

「⑩」の「プログレスバー」は、計算の進行程度がみられる。

「⑪」の「選択ファイル読込」は、ファイルリストのファイルをクリック指定後にクリックし、「設定値名称」の欄に内容が表示される。「選択ファイル保存」は、指定読み込んだファイルを保存することが可能である。「新規保存」は、「設定値名称」の内容で新規に保存、名称は選択指定することが可能である。

「⑫」の「ファイルリスト」について、計算使用可能ファイルの一覧、各ファイルの左にある「□」をクリックして計算を行うことが可能である。

負荷算定シミュレーションは器具種ごとに 24 時間実施し、1 秒単位で集計され、水、湯、熱量の基本ファイルが作れ、最後にそれらの一部を表示し終了する。

また、各設定画面の詳細を図 2.2.1-4～図 2.2.1-7 に示す。

器具数設定

男大 7

男小 12

男洗 7

女便 12

女洗 12

OK

図 2.2.1-4 器具数設定画面

湯温24

時間	使用	貯湯	男大	男小	男洗	女便	女洗
0	20	60	22	22	22	22	22
1	20	60	22	22	22	22	22
2	20	60	22	22	22	22	22
3	20	60	22	22	22	22	22
4	20	60	22	22	22	22	22
5	20	60	22	22	22	22	22
6	20	60	22	22	22	22	22
7	20	60	22	22	22	22	22
8	20	60	22	22	22	22	22
9	20	60	22	22	22	22	22
10	20	60	22	22	22	22	22
11	20	60	22	22	22	22	22
12	20	60	22	22	22	22	22
13	20	60	22	22	22	22	22
14	20	60	22	22	22	22	22
15	20	60	22	22	22	22	22
16	20	60	22	22	22	22	22
17	20	60	22	22	22	22	22
18	20	60	22	22	22	22	22
19	20	60	22	22	22	22	22
20	20	60	22	22	22	22	22
21	20	60	22	22	22	22	22
22	20	60	22	22	22	22	22
23	20	60	22	22	22	22	22

編集 OK

図 2.2.1-5 湯温設定画面

器具数設定

男大 7

男小 12

男洗 7

女便 12

女洗 12

OK

図 2.2.1-5 器具数設定画面



図 2.2.1-6 算定中の画面

2.3 本論文に関する用語の定義

本節では本論文で使用されている用語のうち、特徴的であり、かつ解釈を明確にしておく必要があるとみられたものについて解説した。

用語の定義

(1) **給水負荷**：末端給水用具の種類による使用頻度、使用時間、及び多数の末端給水用具の同時使用を考慮した負荷率を見込んで、給水流量を、単位化したものである。

(2) **瞬時最大流量**：給水管内 1 分間の中に流れる最大の給水量である。

(3) **給水原単位**：一定量の給水をするのに対応する数値を言い、一般的なものとしては給水原単位などがあります。

(4) **在室人数**：一定の時間帯に在室する人数である。

(5) **モンテカルロ法**：モンテカルロ法(Monte Carlo method, MC) とはシミュレーションや数値計算を乱数に用いて行う手法の総称である。

第 3 章

各種給水負荷算定法の算定値と実測値の比較

各給水負荷算定法を評価することを主な目的として、Aビル、Kビル、Tビルの3つの事務所ビルで実測を行った。また、設定条件の在室人数がMSWCの算定結果に大きな影響を与えるため、各対象ビルの在室人数をそれぞれ測定・計算より把握した。各種給水負荷算定法を用いて、各対象ビルの給水負荷をそれぞれ算定し、その結果を実測した給水負荷を基準に比較・検証を行った。

3.1 Aビル

3.1.1 給水負荷の測定

(1) 建物概要

Aビルは東京都内に位置する新築事務所ビルである。対象ビルの概要を表3.1.1-1に、給水系統図を図3.1.1-1に示す。対象ビルには、1階の共用スペースにおいては水道直結方式、2～8階の事務所には水道直結増圧方式が使用されている。

各階の面積表を表3.1.1-2、設置器具数を表3.1.1-3、器具概要を表3.1.1-4に示す。

表 3.1.1-1 建物概要

主用途	事務所
構造	S造・CFT造
階	地上8階
敷地面積	623.71m ² (188.67坪)
延べ床面積	3755.01m ² (1135.89坪)
軒高	29.80m
用途地域	第2種住居・商業
給水方式	水道直結方式 水道直結増圧方式
増圧直結給水ポンプ	運転方式：単独運転方式 能力：50φ×280L/min×0.45MPa 定格出力：3.7kw 参考型番：MC4-5040-3.7D

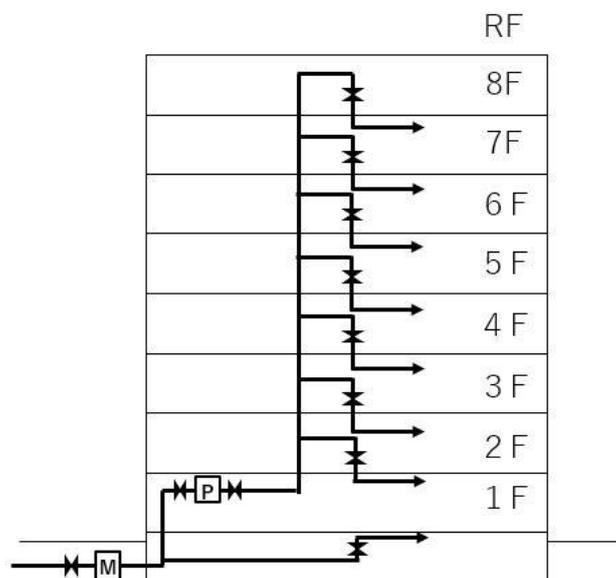


図 3.1.1-1 給水系統図

表 3.1.1-2 面積表

階	基準法床面積	駐車場（容積対象外面積）	有効面積
8	479.95	-	397.33
7	479.95	-	397.33
6	479.95	-	397.33
5	480.90	-	397.33
4	480.90	-	397.33
3	480.90	-	397.33
2	364.63	（ピット内機械駐車 15m ² ×4 台）	318.55
1	507.83	353.47（機械 60m ² 含む）	-
合計	3755.01	353.47	2819.86

表 3.1.1-3 設置器具数

器具	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	8F	屋 上	屋 外	合 計
大便器	1	4	4	4	4	4	4	4			29
小便器		2	2	2	2	2	2	2			14
洗面器	1	4	4	4	4	4	4	4			29
掃除用流し		1	1	1	1	1	1	1			7
給湯室 流し水栓		1	1	1	1	1	1	1			7
水栓	1								2		3
散水栓										5	5

表 3.1.1-4 衛生設備概要

男子トイレ	洋式大便器 (器具数：2)	洗浄：ボタンスイッチ式 お尻洗浄装置 暖房便座
	小便器(2)	洗浄：自動水洗
	洗面器(2)	自動水洗
	掃除用流し(1)	単水栓
女子トイレ	大便器(2)	洗浄：ボタンスイッチ式 お尻洗浄装置 暖房便座
	洗面器(2)	自動水洗
	掃除用流し(1)	単水栓

(2) 測定目的

1) 在室人員の計測

MSWC の入力条件としている在室人員は、算定結果に大きな影響を与える。そこで、対象ビルの在室人員を把握するため、計測を行った。

2) 水道料金による測定

実測する事前に、実測をともに各給水負荷予測法の比較・評価基準とし、対象ビルについて水使用状況を全体的に把握する目的とし、対象ビルの水道料金データを入手して営業日における Q_{day} を算出した。

3) 全階および8階の給水量の測定

給水システムにおける時間の負荷変動を高精度かつ的確に把握し、各種給水負荷算定法の算定値との比較検証するため、対象ビルの給水流量を測定し、対象ビル全階および単独1階(8階)における日給水量 Q_{day} 、瞬時最大給水負荷 Q_{max} および瞬時最大給水負荷 Q_{max} の経時変動を算出することを目的とし、超音波流量計を用いて計測を行った。

(3) 測定方法

1) 在室人員の計測

在室人員の計測は、アンケートによる調査、防犯カメラによる人数の測定および衛生器具の洗浄回数による逆算で行った。対象ビル全階では防犯カメラの目視により全階における詳細な人員データを得ることができたが、8階のみの人員の特定が必要となるため、ビル入り口に設置された防犯カメラによる人員計測は不可能である。

そこで、衛生器具の洗浄回数において、8階に設置されている各衛生器具の洗浄回数より、男女別の人員の推測を行った。8階には大便器、洗面器が男性、女性トイレともに2つずつ、小便器が男性トイレに2つ設置されている。各器具の洗浄回数および洗浄水量は各器具に取り付けられたカウンターによるもので、洗浄器具メーカーから提供を受けた。2013年6月16日(日)~6月22日(土)の期間における8階に設置された各器具の洗浄回数 および洗浄水量 を表3.1.1-5に示す。

表 3.1.1-5 各器具の洗浄回数 H [回]および洗浄水量 W [L/回]

種別		大便器			小便器		洗面器
		大洗浄	小洗浄	ECO 洗浄	洗浄	機能水吐水	
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	—

2) 水道料金による測定

また、対象ビル水使用状況について初期データとして、竣工日 2011 年 4 月から 2012 年 11 月 19 日までの 19 か月分間の 2 か月ごとに請求される水道料金データを入手した。示されている給水量を該当期間の日数における営業日で除することにより、営業日 1 日当たりの平均給水量（以下、量水器データという）を算出した。

3) 全階の給水負荷の測定

全階の計測は、測定期間は 2013 年 11 月 29 日（金）～12 月 2 日（月）4 日間である（ビル 4 階の医療大学に特別な医療機器等がありビル全体の流量に影響を及ぼしている可能性があるため、医療大学のみ営業している土曜日、すべてのテナントが休日となる日曜日を含む、金曜日から月曜日の 4 日間を計測期間とした）。流量計設置場所を 1 階屋外の給水主管とし、計測間隔を 1 秒とし、流量単位を[L/min]にして計測した。全階流量または積算水使用量を各計測日に現場で確認するため、パソコン付きデータロガーも用いた。計測用器を写真 3.1.1-1～写真 3.1.1-4 に示す。また、流量計検出器、流量計変換器の設置について設置概要を図 3.1.1-1～図 3.1.1-2 に、現場設置状況を写真 3.1.1-5～写真 3.1.1-10 に示す。



写真 3.1.1-1 流量計変換器



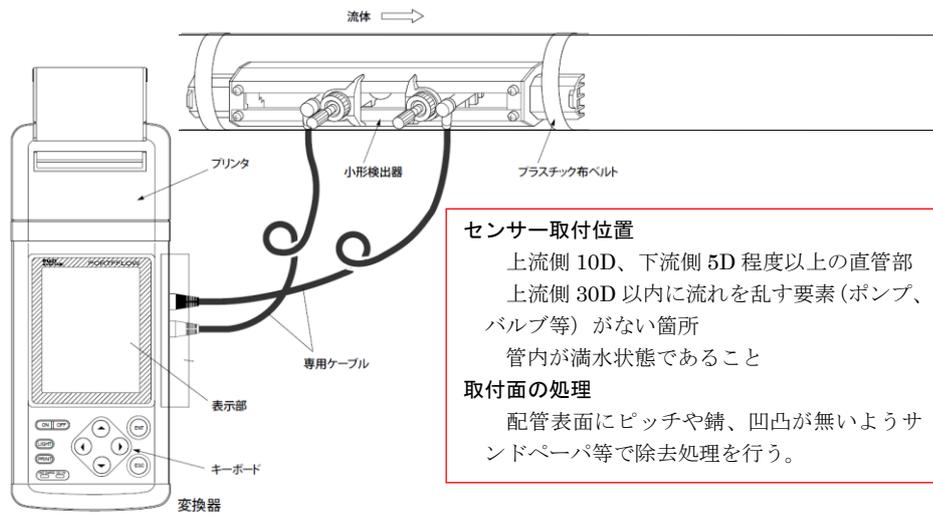
写真 3.1.1-2 流量計検出器



写真 3.5.1-1 データロガーNR500



写真 3.5.1-2 データロガーUL84



超音波流量計
 ポータフローX 型式：変換器 FLCS21 検出器（小形）FLD12

図 3.1.1-2 流量計概要

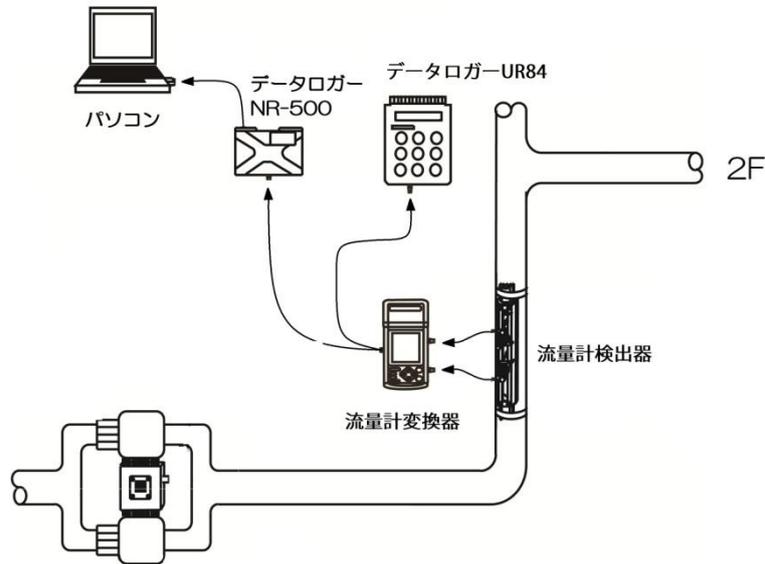


図 3.1.1-3 流量計設置概要（全階）



写真 3.1.1-5 流量計検出器の設置箇所（全階）



写真 3.1.1-6 流量計検出器の設置（全階）



写真 3.1.1-7 計測装置（全階）



写真 3.1.1-8 計測装置（全階）



写真 3.1.1-9 計測装置の雨対策（全階）



写真 3.1.1-10 計測中のデータ確認（全階）

(4) 測定結果

1) 在室人員の計測

① アンケートによる人数

対象ビルテナント一覧と就業時間、休日、また、アンケート調査による各階のヒアリング人数を表 3.1.1-5 に示す。ヒアリングによると日曜日ほどのテナントも休日であるが、土曜日は K 大学のみ営業している。K 大学は医療大学の大学院であるため、特別な医療機器等によりビル全体の給水流量に影響を及ぼす場合がある。そこで、超音波流量計を用いたビル全階の流量に関する測定では、計測期間中に土日を含めることで、土曜日と日曜日の流量を比較する必要がある。

表 3.1.1-5 ビルテナント一覧

階	テナント名	就業時間	休日	ヒアリングによる人数
8 階	J 社	9 時～19 時	土・日・祝	20
7 階	E 社	8 時～24 時	土・日・祝	46
6 階	E 社	8 時～24 時	土・日・祝	35
5 階	A 社	9 時～19 時	土・日・祝	45
4 階	K 大学 (医療大学大学院)	8 時 40 分～21 時 30 分	日・祝	-
3 階	P 社	9 時～18 時	土・日・祝	40
2 階	W 社	9 時～19 時	土・日・祝	20
合計	-	-	-	206

② 防犯カメラによる人数

防犯カメラデータの目視により求めた 11 月 29 日（金）～12 月 2 日（月）の期間の在席人員を図 3.1.1-4～図 3.1.1-7 に示す。なお、人員数は各日で 0 時を 0 人として計測しており、日によっては在席人員に若干のマイナス値があるが、これはビルが 24 時間開放されているためである。第 2 章より、日曜日はすべてのテナントが休日であるが、休日出勤者がいるためか若干の在席人数があった。また、土曜日はビル 4 階の医療大学のみが営業しているため、日曜日よりも在席人員が多い結果となった。

また、すべてのテナントが営業している平日 2 日間は人員変動が明瞭に確認できた。8 時ごろから出勤が始まり、10 時ごろに定常状態となり、昼休みに外出の変動を経て、6 時ごろに退勤となっている。

防犯カメラ目視の計測による結果、各日の人員数の最大値（以下、カメラ人員という）は表 3.1.1-6 の結果となった。なお、男性人員が最大となる時刻と女性人員が最大となる時刻は必ずしも一致しない。そのため、人員最大値は全体で最大となる値ではなく、男女それぞれの最大値の和とする。ヒアリングによる人数は男女合わせて 206 人であるが、この中には 4 階の医療大学のヒアリングの人数が加算されていない。そのため、防犯カメラによる人員は適当な値であると考えられる。

表 3.1.1-6 各日の人員最大値

日付	男性	女性	男性最大値+女性最大値
11 月 29 日（金）	135	144	279
11 月 30 日（土）	14	17	31
12 月 1 日（日）	6	2	8
12 月 2 日（月）	138	106	244
ヒアリング人数	-	-	206

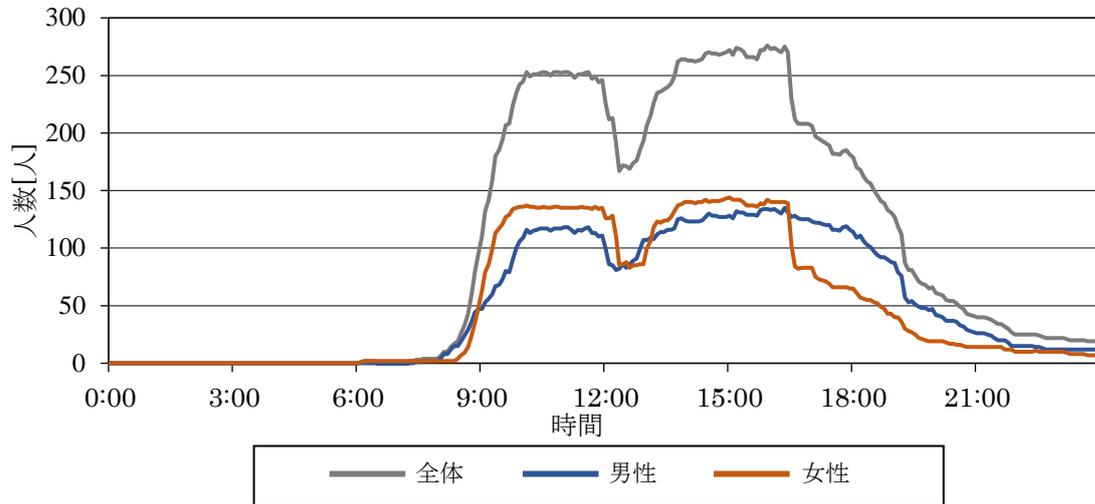


図 3.1.1-4 11月29日(金)の人員変動

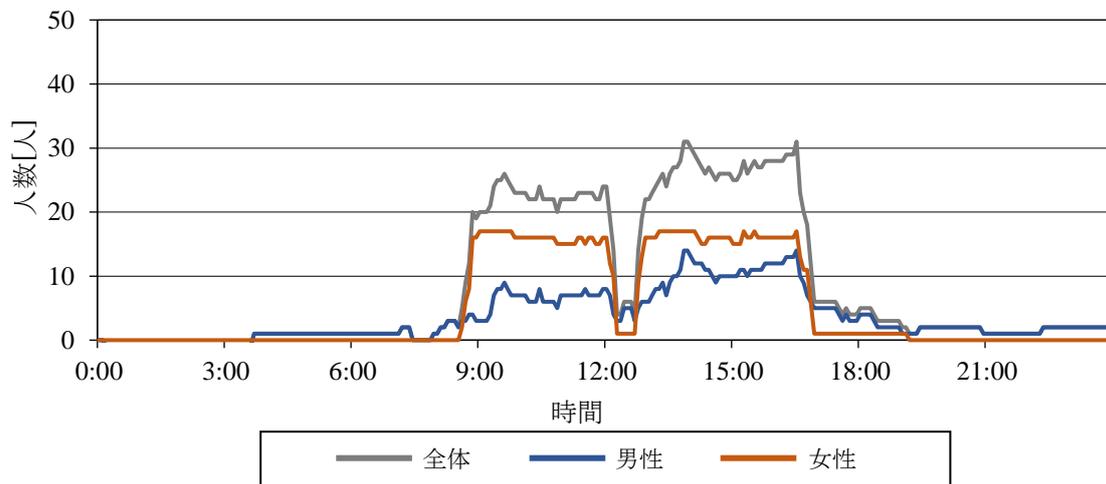


図 3.1.1-5 11月30日(土)の人員変動

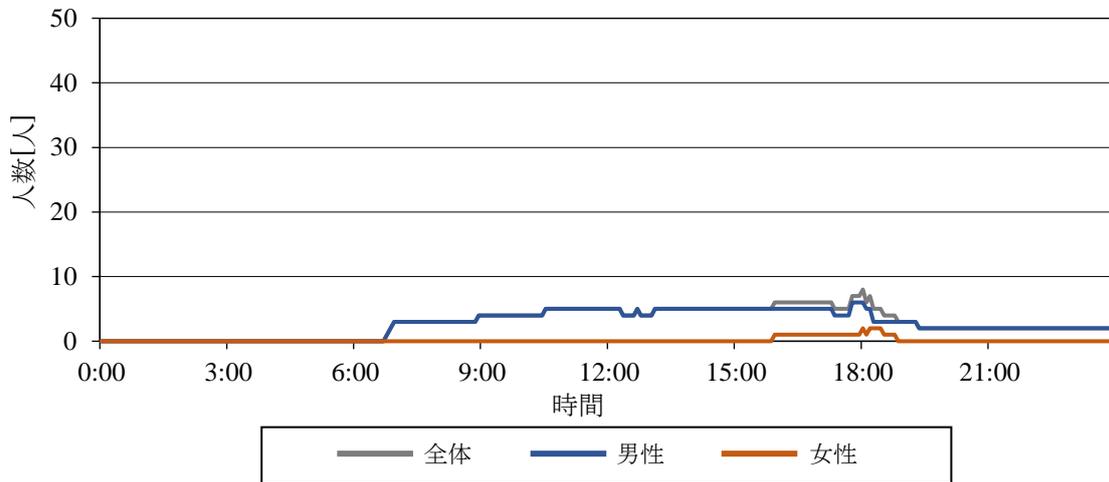


図 3.1.1-6 12月1日(日)の人員変動

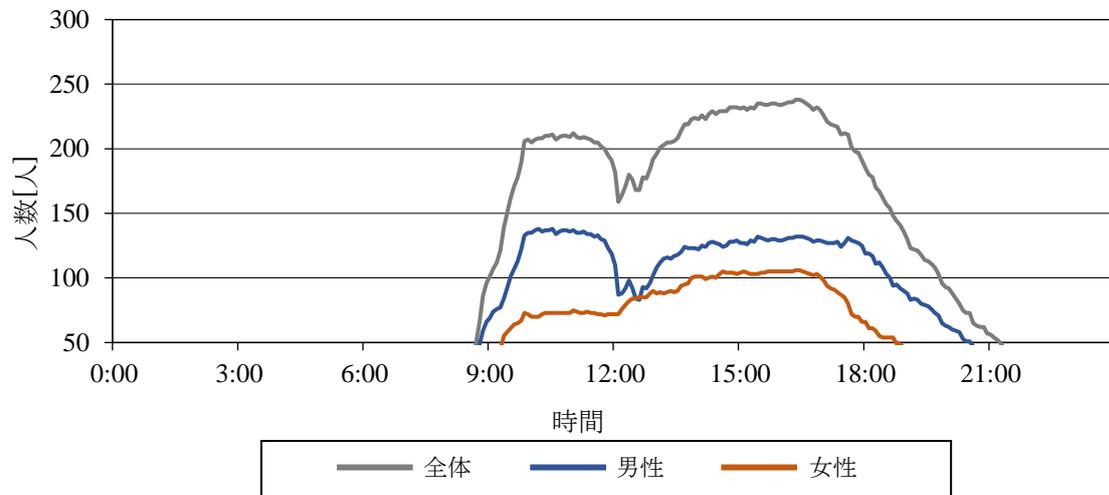


図 3.1.1-7 12月2日(月)の人員変動

③ 衛生器具の洗浄回数による人数の逆算

a. 器具洗浄回数の精度

表 3.1.1-5 の各衛生器具の洗浄回数 H は各衛生器具に取り付けられたカウンターによる実測値であり、8 階の流量計測期間 2013 年 6 月 16 日(日)~6 月 22 日(土)のうち平日 5 日間の積算回数が見られている。各器具洗浄回数により人員の推測を行うには、まずは表 3.1.1-5 の各器具洗浄回数の実測値が有効なデータであるか確認を行う必要がある。なお、器具洗浄回数が有効なデータであるかは、器具洗浄回数より求めた給水量と 8 階の実測における給水量と比較し、一致するかどうか判断することができる。

器具洗浄回数によって求められる給水量は器具使用行為によるもので人員に由来したものである。一方で、実測においては計測期間中の給水量をすべて積算してしまうと、早朝や深夜の人員に由来しない給水量までも含めてしまうことになる。そこで、実測においてはビル人員が多く活動している時間帯のみの給水量を積算する必要がある。早朝や深夜を除きビル使用者の多くが在席している活動時間中の使用水量を Q_A [L]として、8 階の流量測定における実測値による Q_A と器具洗浄回数による Q_A の比較を行う。

b. 超音波流量計の実測値による Q_A の算出

実測により Q_A を算出する場合、まずは活動時間の特定が必要となる。8 階の流量測定における超音波流量計の実測データより、各日同じ時間幅で活動時間の特定を行う。6 月 19 日(水)の 8 階データを例にとる。図 3.1.1-8~図 3.1.1-9 はそれぞれの 1 分間積算値と 1 分間積算値を 60 分間の移動平均で表したグラフである。図 3.1.1-8 では 1 回毎の水使用行為が見られるごとに流量が発生するため若干活動時間が読みづらいが、図 3.1.1-9 のように 60 分間の移動平均にすると時間経過に対応した流量の変動が明瞭になる。8 階の流量の測定では図 5.4.2-2 のように各日において中括弧で囲んだ 9:00~18:00 の 9 時間を活動時間帯と設定した。

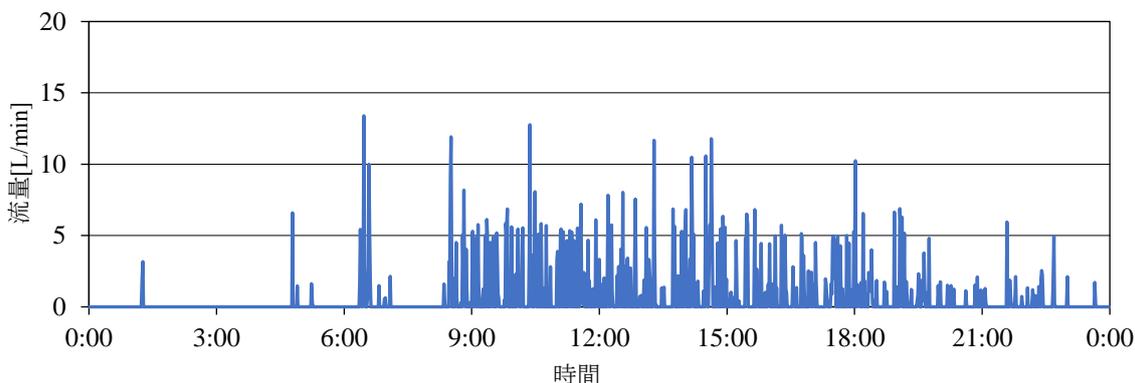


図 3.1.1-8 6 月 19 日(水) 8 階流量 1 分間積算値

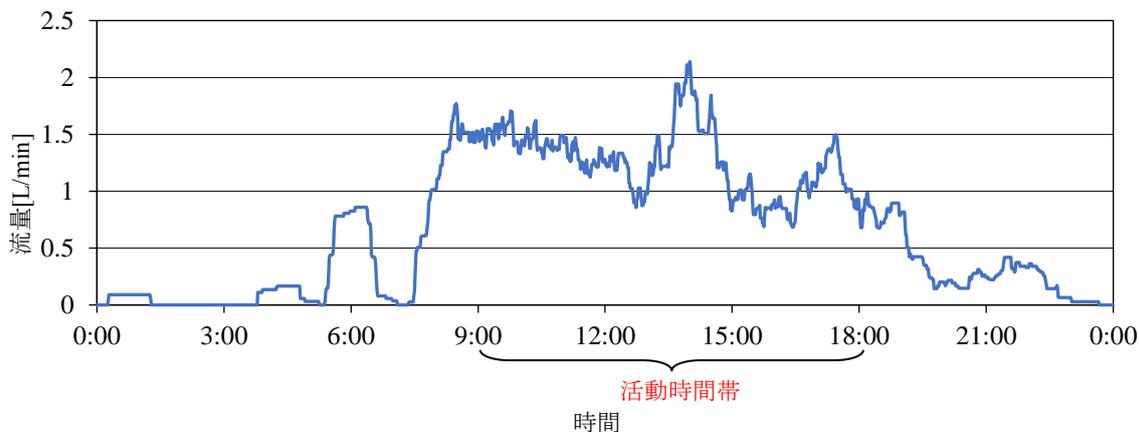


図 3.1.1-9 6月19日(水) 8階流量1分間積算値の60分間移動平均

図 3.1.1-9 のように各日の活動時間帯を 9 : 00 ~ 18 : 00 とし、計測期間のうち平日 5 日分の活動時間帯における瞬時流量を積算することにより、実測による Q_A は 2555.5 [L] と求められた。

c. 器具洗浄回数による Q_A の算出

器具洗浄回数より Q_A を求めるには、各器具の洗浄回数に 1 回あたりの洗浄水量を乗じ、器具ごとに 5 日間の活動時間中の給水量を求めたものの総和をとればよい。表 5.4.1-1 の各器具の洗浄回数と洗浄水量により、式 (1) から Q_A を求めた。

なお、表 3.1.1-7 の各器具の 1 回あたりの洗浄水量は各器具の型式をもとにカタログ値を用いているが、洗面器については自動水栓であり、洗浄水量が一概には定められないため空欄となっている。洗面器の洗浄水量については、文献の男女別の洗面器の平均吐水時間をもとに、男性は 0.25 [L/回]、女性は 0.46 [L/回] とした。

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

Q_A : 活動時間中における給水量[L]

W : 各器具 1 回あたりの洗浄水量[L/回]

H : 各器具洗浄回数[回]

i : 器具種類

(1) 式により器具洗淨回数から活動時間中の給水量を算出した結果、2429.6[L]となった。実測による Q_A は 2555.5[L]であるため、器具洗淨回数による Q_A は実測の 0.95 倍とほぼ同程度の値が得られた。

器具洗淨回数による Q_A と実測による Q_A の一致により、表 5.4.1-1 の各器具の洗淨回数が有効なデータであることが確認された。

d. 器具洗淨回数による人員推測

5.4.1 節において表 5.4.1-1 の各器具の洗淨回数が有効なデータであることが確認されたことから、洗淨回数により 8 階在住人員 N [人] を男女別に求める。

各衛生器具の洗淨回数は器具ごとの利用頻度 f [回/人・10h] により、式 (2) の等式が立てられる。なお、 H は 5.4.1 において、活動時間を 9 時間と設定しているのに対し、器具利用頻度 f は活動時間を 1 日 10 時間と設定しているため、各日 10 時間×5 日間=50、各日 9 時間×5 日間=45 より、右辺に 9/10 を乗じることで f の補正を行った。

$$H_i = f_i \cdot n \cdot N_i \cdot 9/10 \dots \dots \dots (2)$$

- H : 各器具洗淨回数[回]
- f : 器具ごとの利用頻度[回/人・10h]
- n : 計測期間[日]
- N : 対象人員[人]
- i : 器具種類

(2) 式により 8 階在住人員 N [人] を求める前に、(2) 式で用いられる値について、検討を行う。

e. 器具利用頻度 f の検討

文献による在席者 1 人 10 時間あたり器具利用頻度 f を表 5.4.2-1、表 5.4.2-2 に示す。表 5.4.2-1 は 1981 年の調査、表 5.4.2-2 は 2005 年の調査によるものであり、各器具利用頻度は大きく異なっている。表 5.4.2-2 は広島市内の事務所ビルの夏季のデータであり、本論文の対象ビルが事務所ビルであること、8 階の流量の測定は 2013 年 6 月 16 日(日)～6 月 22 日(土)の夏季に行われ

ていること、また表 3.1.1-8 の方が最新のデータであることから、式 (2) において f は文献の値を採用した。

表 3.1.1-7 文献による各器具利用頻度 f [回/人・10h]

大便器		洗面器		小便器
男性	女性	男性	女性	
0.4	2.9	-	-	2.9

表 3.1.1-8 文献による各器具利用頻度 f [回/人・10h]

大便器		洗面器		小便器
男性	女性	男性	女性	
0.78	3.31	4.24	6.07	3.16

なお、1981 年の文献よりも 2005 年の文献で各器具利用頻度が大きくなった原因としては衛生器具の高性能化によりトイレ空間の快適性が上がったこと、職場での歯磨き、うがい等の習慣化などが考えられる。

文献の値を算出する上で調査対象となった A ビルと本論文で取り扱っている対象ビル概要の比較を表 3.1.1-9 に示す。文献の中では他の建物においても調査を行い、器具利用頻度を算出しているが、本論文で取り扱っている事務所ビルに形態が一番近いと考えられる表 3.1.1-9 に示す A ビルのデータを用いた。

表 3.1.1-9 本論文の対象ビルと文献の A ビルの概要

建築名称	本論文の対象ビル		文献の A ビル
建築用途	事務所		事務所、食堂
規模	地上 8 階建て		地上 14 階建て
衛生器具	大便器	フラッシュバルブ式	フラッシュバルブ式
	小便器	自動洗浄	自動洗浄
	洗面器	自動水栓	自動水栓 シングルレバー混合栓

f. 器具洗浄回数 H の検討

表 3.1.1-10 の器具カウンターによる洗浄回数は 5 日間の積算回数であることから、清掃による洗浄回数も含まれているものと考えられる。そこで、器具カウンターによる洗浄回数の積算値から清掃による洗浄回数を引く必要がある。

大便器、小便器においては1日1回清掃、1回あたり2洗浄、洗面器においては1日1回清掃、1回あたり5洗浄として、表3.1.1-5の器具カウンターによる洗浄回数を純粋な排泄行為、手洗い行為による値に改める。

清掃による洗浄回数を考慮し、表3.1.1-5の値を補正した結果、それぞれの器具洗浄回数は表3.1.1-10に示す値となった。なお、器具利用頻度 f はひとつの器具に対して1つの値しか示されていない。そのため、各器具において洗浄回数を一括する必要がある。大便器は大洗浄、小洗浄、ECO洗浄とあるが全て大便器の洗浄回数とし、小便器は小洗浄と機能水洗浄とあるが全て小洗浄の洗浄回数とした。

表 3.1.1-10 補正を行った各器具の洗浄回数 H [回]

種別	大便器	小便器	洗面器
男性	51	143	227
女性	398	—	745

検討により、(2)式を用い、各器具において人員数を算出する。

・男性大便器

$$51 = 1.11 \cdot 5 \cdot N \cdot 45/50$$

$$N = 10.2[\text{人}]$$

・男子小便器

$$143 = 3.37 \cdot 5 \cdot N \cdot 45/50$$

$$N = 9.4[\text{人}]$$

・男子洗面器

$$227 = 5.16 \cdot 5 \cdot N \cdot 45/50$$

$$N = 9.7[\text{人}]$$

・女子大便器

$$398 = 3.66 \cdot 5 \cdot N \cdot 45/50$$

$$N = 24.1[\text{人}]$$

・女子洗面器

$$745 = 7.16 \cdot 5 \cdot N \cdot 45/50$$

$$N = 23.1[\text{人}]$$

g. 人員算定結果

式(2)により各器具において人員数を算出した結果を表3.1.1-11に示す。男性、女性とも各器具によりほぼ同程度の人員数の算出ができた。

表 3.1.1-11 各器具において算出した人員数

種別	大便器	小便器	洗面器
男性	10.2	9.4	9.7
女性	24.1	—	23.1

表3.1.1-11より、8階単独の人員数は男性を10人、女性を24人（以下、算定人員という）と推定した。人員算定の結果8階の男女比は5:12であり、事務所ビルとしては女性が多いのは気になる点であるが、対象ビル8階テナントは女性向けのシューズやバッグ、財布やサングラス等のアイテムを展開しているファッション系の会社であり、女性が多い職場環境であることが考えられる。

一方で、8階のヒアリング人数は男女合わせて20人となっている。今回算定した人員は男女合わせて34人であるため、ヒアリングによる人数とは14人の差があるが、これは他階からの利用者や外来人員であるとする。特に、ヒアリングの調査によると8階は他階に比べて人員が少ないため、空いているトイレを求め他階からやってくる人員が多いと予想される。

2) 水道料金による測定

水道料金による給水負荷の測定について、表 3.1.1-12 に実測された給水量を、図 3.1.1-10 に各実測期間における給水量と一日当たりの平均給水量の推移を示す。4/1~9/17 までの期間の給水量がその他と比較して小さくなっているが、これは、対象建物が竣工されて間もなかったからであると考えられる。また、11/8~1/19 の期間に給水量が 429000L と最大となっているがこれは、壁面緑化のための散水栓設備が正常に作動しておらず、常に稼働している状態となっていたためである。このため、日給水量は、散水栓設備が適切に使用され、かつ給水量が安定し始めていると考えられる 1/20~7/18 の期間の値の平均値である 5795[L/day]とした。

表 3.1.1-12 実測期間と給水量

使用期間	使用量[L]	営業日数[日]	営業日一日 当たりの 平均使用水量[L/d]
4/1~5/18	11000	30	366
5/19~7/19	19000	42	452
7/20~9/17	61000	43	1419
9/18~11/17	287000	40	7175
11/18~1/19	429000	41	10463
1/20~3/19	245000	42	5833
3/20~5/17	225000	39	5769
5/18~7/18	241000	43	5605
7/19~9/19	258000	44	5864
9/20~11/19	248000	42	5905
平均値	-	-	5795



図3.1.1-10 実測された給水量と一日当たりの平均給水流量

3) 全階の給水負荷の測定

11月28日(木) 流量計設置時～12月3日(火) 流量計撤去時で得られた実測値の正確性を検証するため、水道メーターによる給水量、流量計の積算機能による給水量(流量計画面にリアルタイムで表示される)、データロガーによるエクセル上で積算した給水量の比較を行った。ビル使用者数が少なく、流量の変動が少ない18時を区切りとし、計測期間における各給水量を図3.1.1-11に示す。なお、水道メーター、流量計の積算値の確認は土曜日を除き計測期間中毎日行った。

図3.1.1-11より、どの算出方法においても多少の誤差はあるが、ほぼ同程度の値が得られた。よって、実測における超音波流量計によるデータは有効なものであると考えられる。

11月28日(木) 16:00 流量計設置時から12月3日(火)13:00の流量計撤去時までの実測より求めた流量変動を図3.1.1-12に示す。なお、計測は流量単位[L/min]、1秒間隔で測定しているため、データの処理は、給水流量[L/min]の1秒間値を給水流量[L/sec]の1秒間値にし、給水流量[L/sec]の1秒間値のデータを60秒間分積算することで1分間隔の給水流量[L/min]とした。

3.1の対象ビル概要におけるヒアリング調査によると日曜日ほどのテナントも休日であるが、出勤している人がいるためか水使用行為がみられた。医療大学のみ営業しているとされる土曜日は日曜日よりも流量が多くなっている。ただし、土曜日の流量は最大でも13.12[L/min]で建物全体の流量に影響を及ぼすことはないと考え、医療大学も他テナントと同様に扱うものとする。

平日の流量変動は2日とも類似したものとなっており、昼休みに最も多く水使用行為が見られた。

図3.1.1-12で示したグラフは実測生データである瞬時流量[L/min]の1秒間値を1分間積算値[L/min]として処理したものである。1分間積算値では時系列で流量変動が読み取りづらいため、各日の流量変動をわかりやすくするため図3.1.1-12で示した1分間積算値を60分間移動平均でまとめたものを図3.1.1-13に示す。

実測による日給水量と瞬時最大給水流量を表3.5.2-1に示す。土日はビルテナントがすべて休日であるが、実測の流量変動からもわかるように若干の水使用行為がみられた。平日の11月29日(金)と12月2日(月)はそれぞれ日給水量が5125.0[L/day]と4957.8[L/day]、瞬時最大給水流量が26.1[L/min]と24.8[L/min]で同程度の安定した値が得られた。各予測法との比較には、日給水量と瞬時最大給水流量それぞれ平日2日間の平均値をとるものとする。

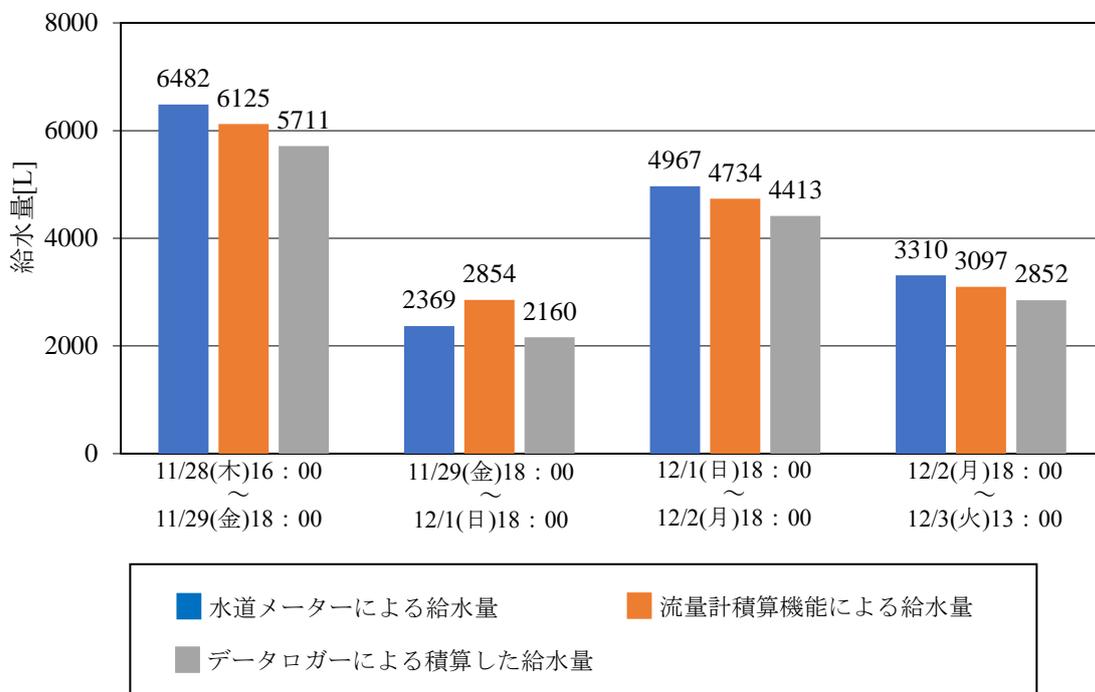


図 3. 1. 1-11 各算出方法による給水量の比較

表 3. 1. 1-13 測定における日給水量と瞬時最大給水流量

種別	実測値				平日 2 日間の 平均値
	11 月 29 日 (金)	11 月 30 日 (土)	12 月 1 日 (日)	12 月 2 日 (月)	
日給水量 [L/day]	5125.0	988.5	213.1	4957.8	5041.4
瞬時最大給水 流量[L/min]	26.1	13.1	10.0	24.8	25.5

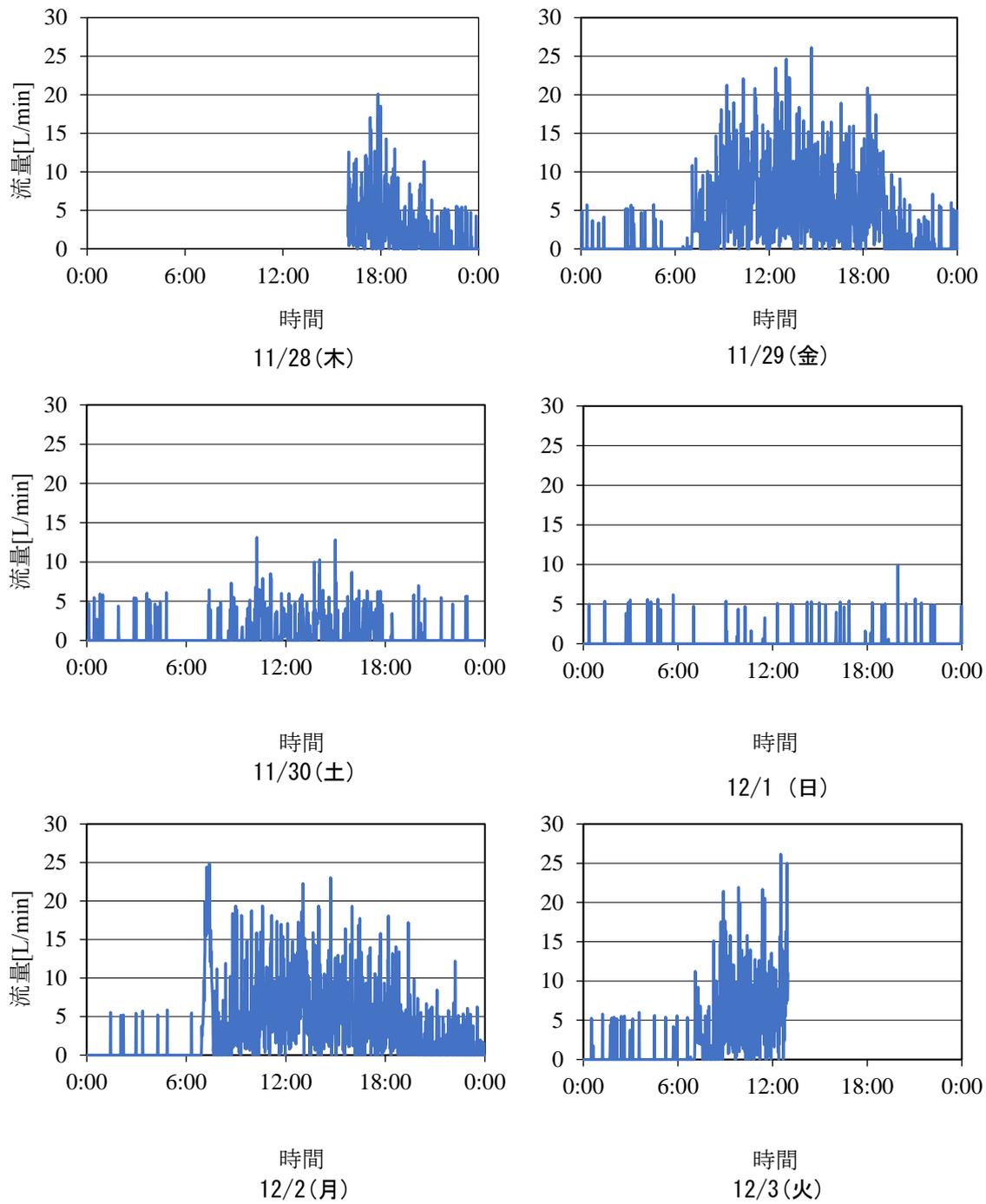


図 3.1.1-12 1min 積算値

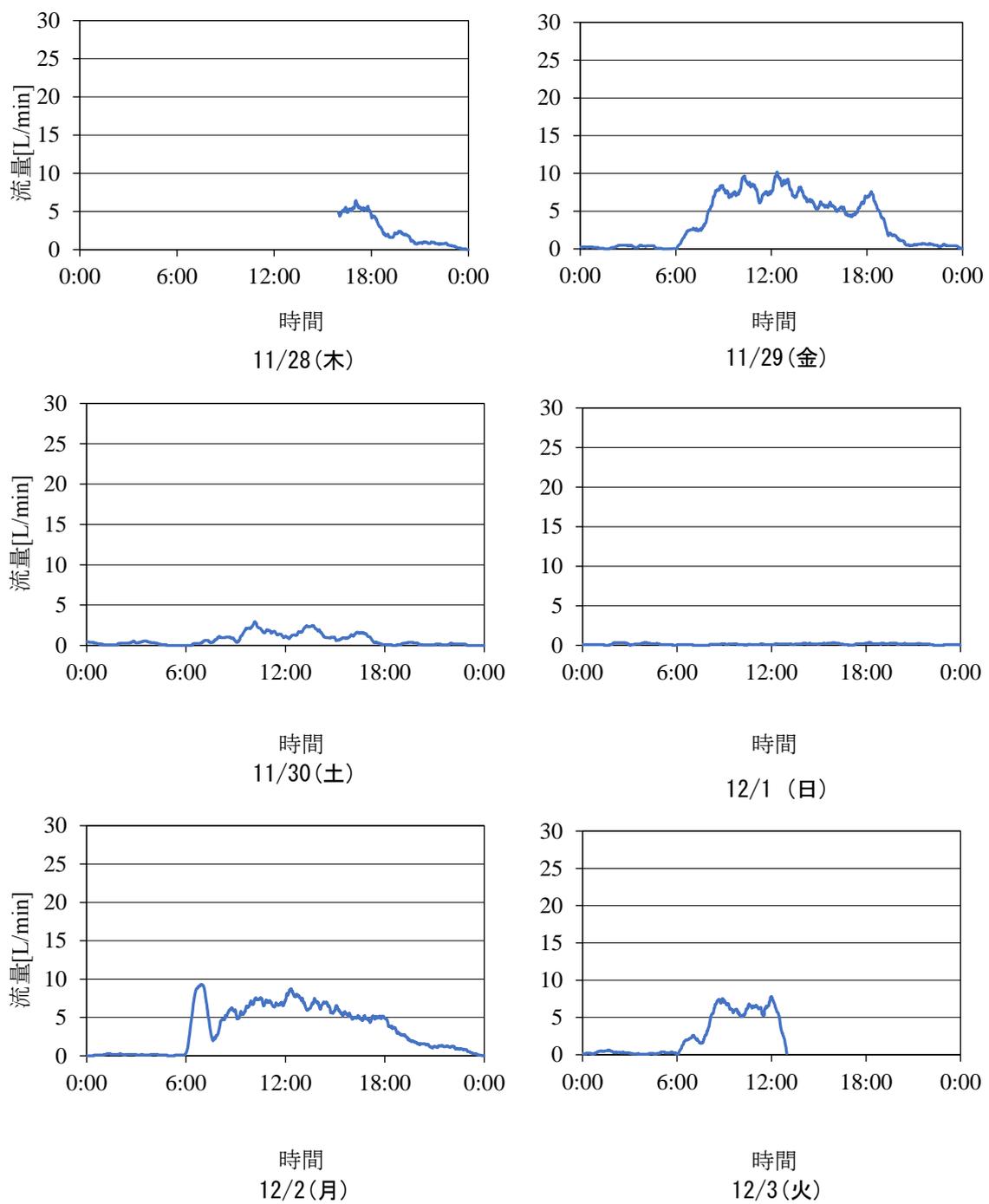


図 3.1.1-13 1min 積算値の 60 分間移動平均

4) 8階の給水負荷の測定

8階の実測による日給水量と瞬時最大給水流量を表 3.1.1-14 に示す。土日はビルテナントがすべて休日であるが、実測の流量変動からもわかるように若干の水使用行為がみられた。平日 5 日間の平均値はそれぞれ日給水量が 760.1[L/day]、瞬時最大給水流量が 16.2[L/min]となった。6月15日(土)10:00 流量計設置時から6月23日(日)10:00の流量計撤去時までの実測より求めた1分間積算値の流量変動を図 3.1.1-14~3.1.1-15 に示す。なお、計測は流量単位[L/min]、10秒間隔で測定しているため、10秒間値のデータを60秒間分積算することで1分間隔の給水流量[L/min]とした。表 3.1-4 のヒアリング調査によると8階テナントは土曜日、日曜日は休業日であるが、休日出勤者がいるためか水使用行為がところどころにみられた。流量変動は昼ごろに最も水使用行為が見られた。

各日の流量変動をわかりやすくするために、図 3.1.1-14~図 3.1.1-15 で示した1分間積算値を60分間移動平均でまとめたものを図 3.1.1-16~図 3.1.1-17 に示す。

表 3.1.1-14 測定期間における日給水量と瞬時最大給

種別	6/15 (土)	6/16 (日)	6/17 (月)	6/18 (火)	6/19 (水)	6/20 (木)	6/21 (金)	6/22 (土)	6/23 (日)	平日 5 日間 平均値
日給水量 [L/day]	40.0	35.9	431.9	706.8	906.4	789.4	965.8	40.9	14.5	760.1
瞬時最大給水 流量 [L/min]	6.8	5.6	7.5	19.6	18.9	16.2	18.8	8.7	7.3	16.2

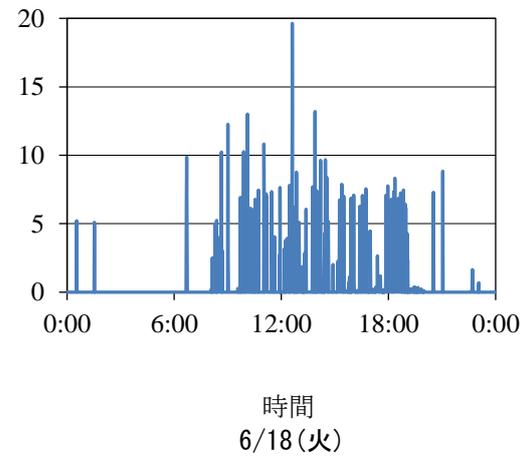
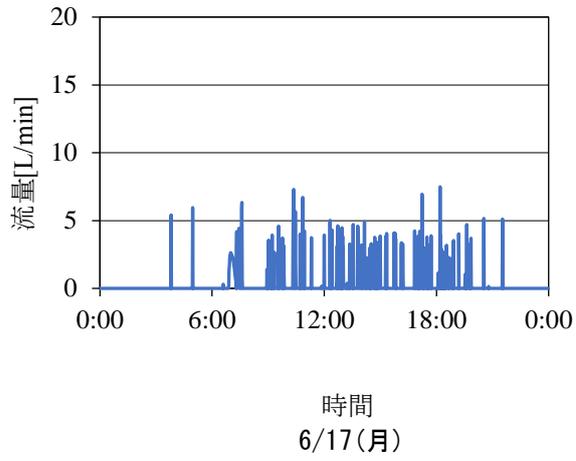
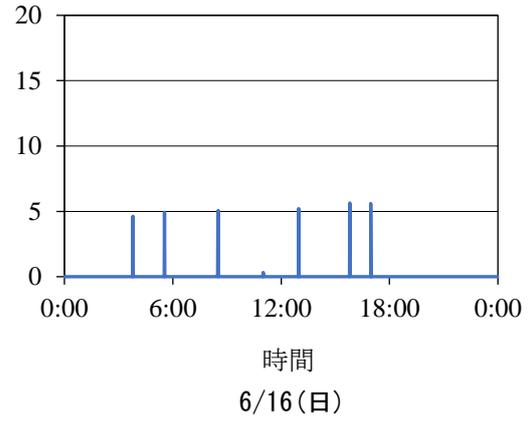
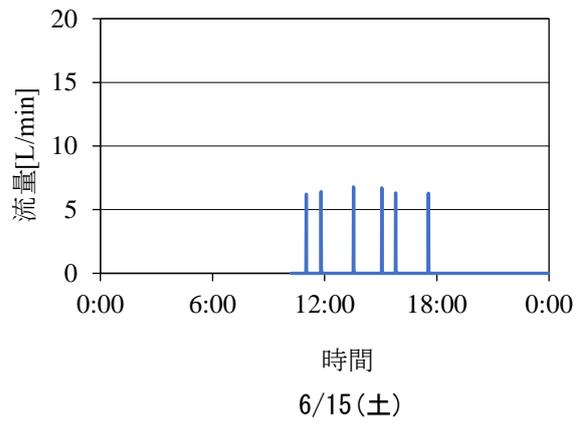


図 3.1.1-14 1min 積算値

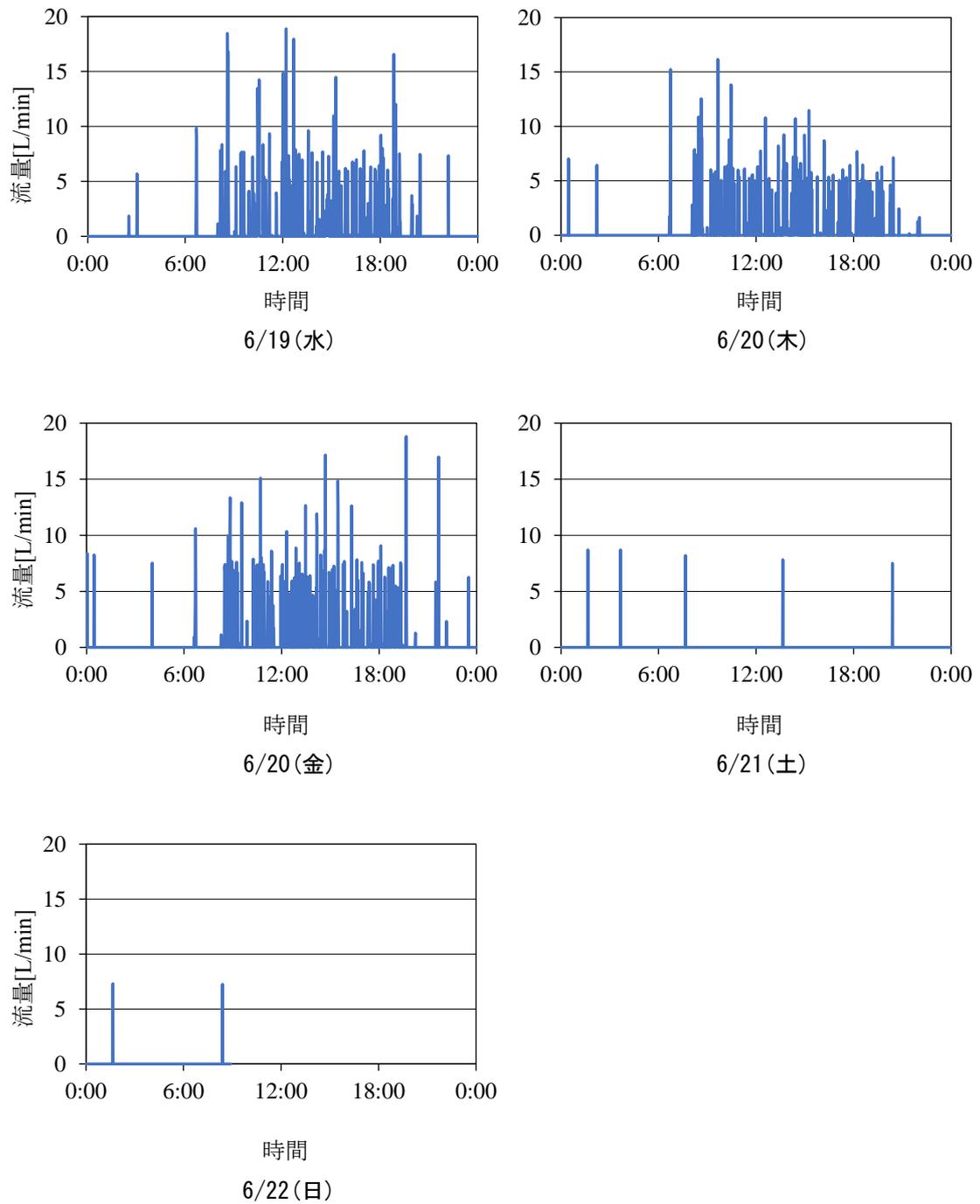


図 3.1.1-15 1min 積算値

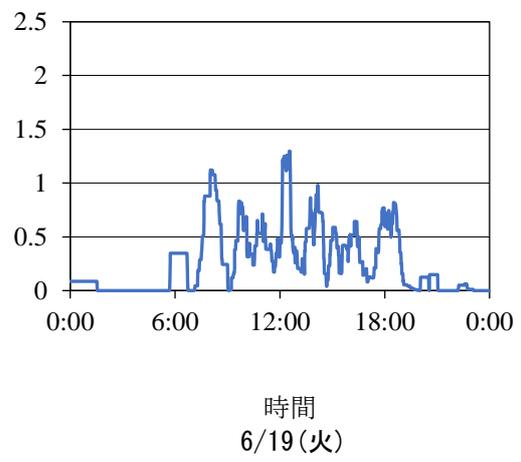
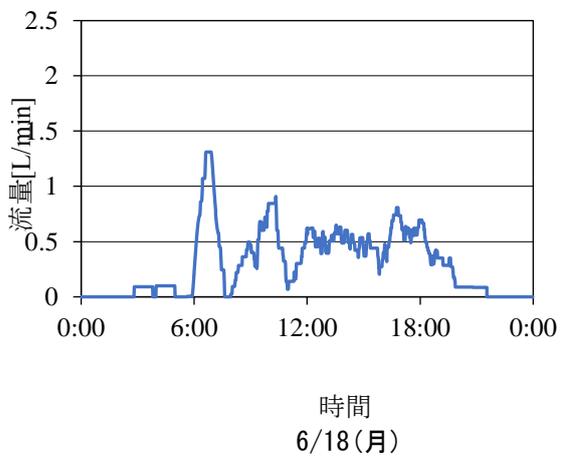
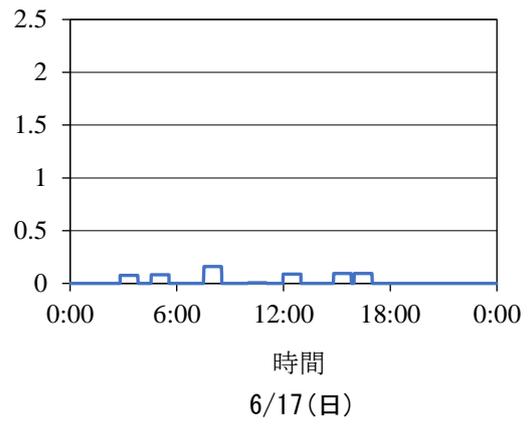
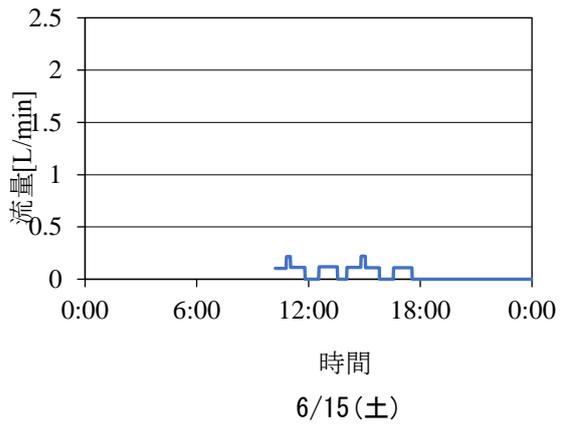


図 3. 1. 1-16 1min 積算値

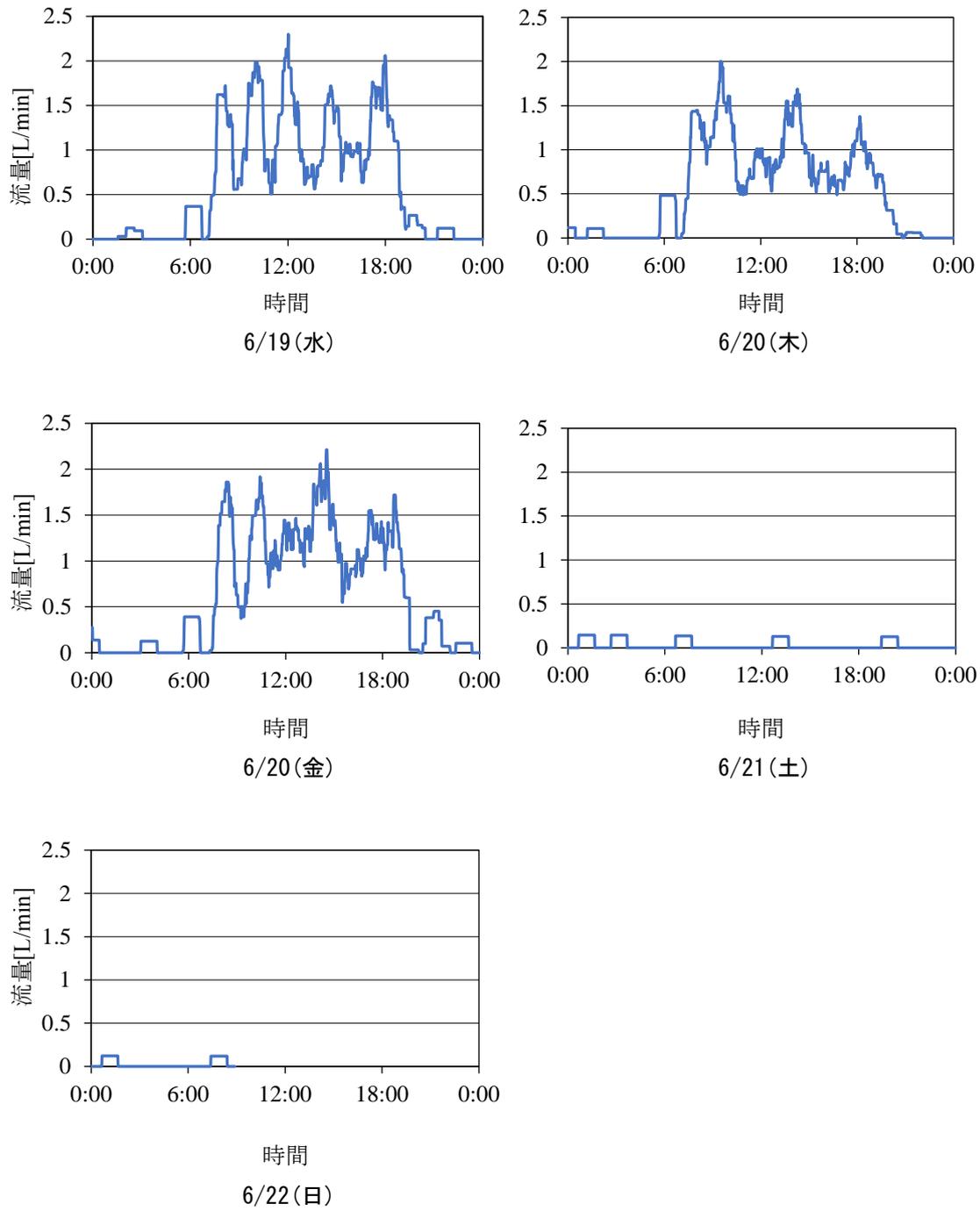


図 3.1.1-17 1min 積算値

3.1.2 従来法による算定値

設計基準では、1日の給水量は原則として対象施設の利用人員に基づき算定することと定められている。但し書きで、人員に基づき算定することが適当でない場合には、給水器具数に基づき算定することができるかとされている。

全階の算定結果を表 3.1.2-1～表 3.1.2-4 および図 3.1.2-1～図 3.1.2-2 に、8階の算定結果を表 3.1.2-5～表 3.1.2-8 および図 3.1.2-3～3 図 3.1.2-4 にしめす。

SHASE-S206 による算定結果を表 3.1.2-9～表 3.1.2-14 および図 3.1.2-4～図 3.1.2-5 に示す。

表 3.1.2-1 給水量の算定（全階）

階	室名	有効面積 [m ²]	人員 密度	対象 人員 [人]	単位使用水量 q [L/ (人・d)]	日使用水量 q_d [L/d]	使用時間 [h/d]	時間平均 使用水量 q_h [L/h]
8	事務室	397.33	0.2	80	80	6400	8	800
7	事務室	397.33	0.2	80	80	6400	8	800
6	事務室	397.33	0.2	80	80	6400	8	800
5	事務室	397.33	0.2	80	80	6400	8	800
4	事務室	397.33	0.2	80	80	6400	8	800
3	事務室	397.33	0.2	80	80	6400	8	800
2	事務室	318.55	0.2	64	80	5120	8	640
1	管理室	-	-	1	80	80	8	10
合計		-	-	545	-	43600	-	5450
Qday[L/d]			43600				43600	
時間平均予想給水量 Q _h [L/h]			43600/8				5450	
時間最大予想給水量 Q _{hm} [L/h]			5450*2				10900	
Qmax[L/min]			(10900*1.5)/60				272.5	

表 3.1.2-2 給水量の算定（全階）

階	室名	対象人員 [人]	単位使用水量 q [L/ (人・d)]	日使用水量 q_d [L/d]	使用時間 [h/d]	時間平均 使用水量 q_h [L/h]
1~8	事務室	206	80	16480	8	2060
合計		206	-	16480	-	2060
Qday[L/d]			16480			16480
時間平均予想給水量 Q_h [L/h]			16480/8			2060
時間最大予想給水量 Q_{hm} [L/h]			2060*2			4120
Q_{max} [L/min]			(4120*1.5)/60			103

表 3.1.2-3 給水量の算定（全階）

	器具数 N [個]	使用水量 q [L/ (回・個)]	1時間当たりの使用 回数の最大値[回・h]	時間最大 給水量 q_{hm} [L/h]
大便器	29	10	12	3480
小便器	14	3	20	840
洗面器	29	10	12	3480
掃除用流し	7	-	-	-
給湯室流し水栓	7	-	-	-
水栓	3	-	-	-
散水栓	5	-	-	-
合計				7800
時間最大予想給水量 Q_{hm} [L/h]		7800		7800
時間平均予想給水量 Q_h [L/h]		7800/2		3900
Qday[L/d]		3900*8		31200
Q_{max} [L/min]		(7800*2.5)/60		325

表 3.1.2-4 設計基準より算定結果（全階）

種別	人員法 (有効面積)	人員法 (算定人員)	器具法
Qday[L/day]	43600	16480	4320
Q_{max} [L/min]	272.5	103	325

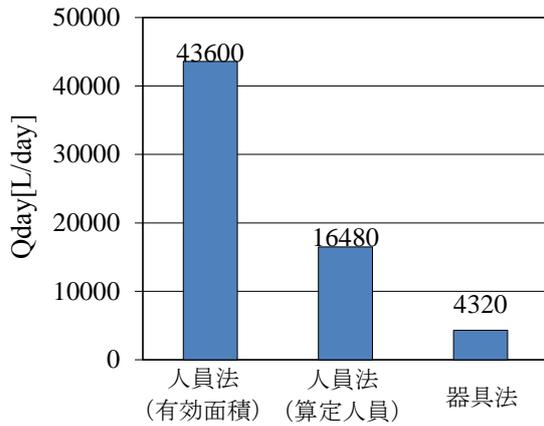


図 3.1.2-1 設計基準より求めた Qday

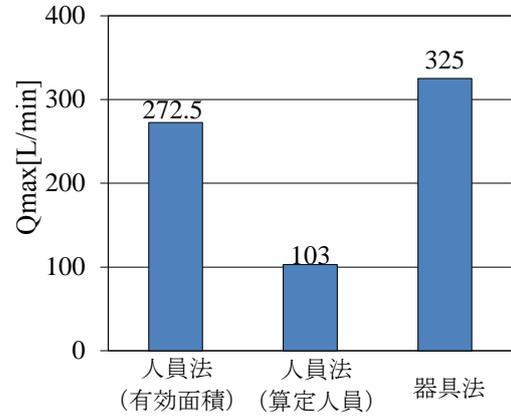


図 3.1.2-2 設計基準より求めた Qmax

表 3.1.2-5 有効面積による給水量の算定

階	室名	有効面積 [m ²]	人員密度	対象人員 [人]	単位使用水量 q [L/(人・d)]	日使用水量 q_d [L/d]	使用時間 [h/d]	時間平均使用水量 q_h [L/h]
8	事務室	397.33	0.2	80	80	6400	8	800
Qday[L/d]			6400					6400
時間平均予想給水量 Q_h [L/h]			6400/8					800
時間最大予想給水量 Q_{hm} [L/h]			800*2					1600
Qmax[L/min]			(1600*1.5)/60					40

表 3.1.2-6 算定人員による給水量の算定

階	室名	対象人員 [人]	単位使用水量 q [L/ (人・d)]	日使用水量 q_d [L/d]	使用時間 [h/d]	時間平均 使用水量 q_h [L/h]
8	事務室	34	80	2720	8	340
Qday[L/d]			2720			2720
時間平均予想給水量 Q _h [L/h]			2720/8			340
時間最大予想給水量 Q _{hm} [L/h]			340*2			680
Qmax[L/min]			(680*1.5)/60			17

表 3.1.2-7 給水量の算定

	器具数 N [個]	使用水量 q [L/ (回・個)]	1時間当たりの使用 回数の最大値[回・h]	時間最大 給水量 q_{hm} [L/h]
大便器	4	10	12	480
小便器	2	3	20	120
洗面器	4	10	12	480
掃除用流し	7	-	-	-
給湯室流し水栓	7	-	-	-
水栓	3	-	-	-
散水栓	5	-	-	-
合計				1080
時間最大予想給水量 Q _{hm} [L/h]	1080			1080
時間平均予想給水量 Q _h [L/h]	1080/2			640
Qday[L/d]	640*8			4320
Qmax[L/min]	(4320*2.5)/60			180

表 3.1.2-8 設計基準より求めた値

種別	人員法 (有効面積)	人員法 (算定人員)	器具法
Qday[L/day]	6400	2720	4320
Qmax[L/min]	40	17	180

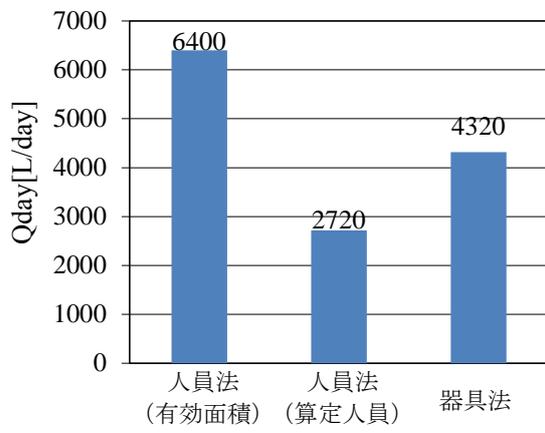


図 3.1.2-3 設計基準より求めた Qday

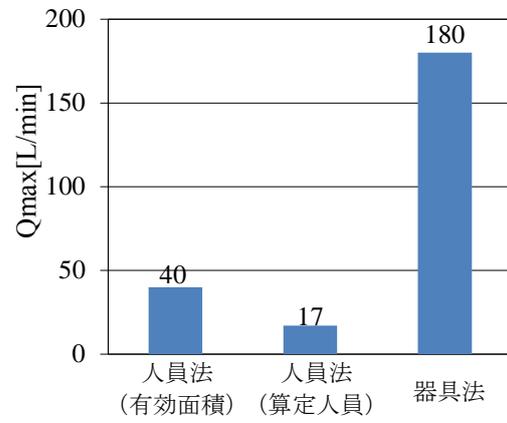


図 3.1.2-4 設計基準より求めた Qmax

表 3.1.2-9 水使用時間率と器具給水単位による算定法

積み上げ階数[F]	室名	器具名	設置器具数[個]			器具給水単位	qm[L/min]	Qmax[L/min]
			設置個数	累計	補正個数			
1-8	男子便所	大便器	2	15	7	1	29.18	240
		小便器	2	14	6	2	70.52	
		洗面器	2	15	7	0.5	25.55	
		掃除流し	1	7	3	3	80.13	
	女子便所	大便器	2	14	6	1	45.03	
		洗面器	2	14	6	0.5	22.52	
	給湯室	流し	1	7	3	0.5	9.63	
		掃除流し	1	1	1	3	38.68	
屋外	散水栓	5	5	5	2	77.95		
1-7	男子便所	大便器	2	13	7	1	29.18	237
		小便器	2	12	6	2	70.52	
		洗面器	2	13	7	0.5	25.55	
		掃除流し	1	6	3	3	80.13	
	女子便所	大便器	2	12	5	1	38.98	
		洗面器	2	12	6	0.5	22.52	
	給湯室	流し	1	6	3	0.5	9.63	
		掃除流し	1	1	1	3	38.68	
屋外	散水栓	5	5	5	2	77.95		
1-6	男子便所	大便器	2	11	6	1	26.68	228
		小便器	2	10	5	2	62.22	
		洗面器	2	11	6	0.5	22.52	
		掃除流し	1	5	3	3	80.13	
	女子便所	大便器	2	10	5	1	38.98	
		洗面器	2	10	5	0.5	19.49	
	給湯室	流し	1	5	3	0.5	9.63	
		掃除流し	1	1	1	3	38.68	
屋外	散水栓	5	5	5	2	77.95		
1-5	男子便所	大便器	2	9	5	1	24.14	220
		小便器	2	8	5	2	62.22	
		洗面器	2	9	5	0.5	19.49	
		掃除流し	1	4	3	3	80.13	
	女子便所	大便器	2	8	4	1	32.89	
		洗面器	2	8	4	0.5	16.44	
	給湯室	流し	1	4	2	0.5	8.65	
		掃除流し	1	1	1	3	38.68	
屋外	散水栓	5	5	5	2	77.95		
1-4	男子便所	大便器	2	7	5	1	24.14	205
		小便器	2	6	4	2	53.80	
		洗面器	2	7	5	0.5	19.49	
		掃除流し	1	3	2	3	60.78	
	女子便所	大便器	2	6	4	1	32.89	
		洗面器	2	6	4	0.5	16.44	
	給湯室	流し	1	3	2	0.5	8.65	
		掃除流し	1	1	1	3	38.68	
屋外	散水栓	5	5	5	2	77.95		
1-3	男子便所	大便器	2	5	4	1	21.52	181
		小便器	2	4	3	2	45.13	
		洗面器	2	5	4	0.5	16.44	
		掃除流し	1	2	1	3	38.68	
	女子便所	大便器	2	4	3	1	26.71	
		洗面器	2	4	3	0.5	13.35	
	給湯室	流し	1	2	1	0.5	6.45	
		掃除流し	1	1	1	3	38.68	
屋外	散水栓	5	5	5	2	77.95		
1-2	男子便所	大便器	2	3	3	1	14.82	162
		小便器	2	2	2	2	32.99	
		洗面器	3	3	3	0.5	10.05	
		掃除流し	1	1	1	3	38.68	
	女子便所	大便器	2	2	2	1	18.25	
		洗面器	2	2	2	0.5	9.13	
	給湯室	流し	1	1	1	0.5	6.45	
		掃除流し	1	1	1	3	38.68	
屋外	散水栓	5	5	5	2	77.62		
1	男子便所	大便器	1	1	1	1	13.00	107
		小便器	0	0	0	0	0.00	
		洗面器	1	1	1	0.5	7.99	
		掃除流し	1	1	1	3	38.68	
	屋外	散水栓	5	5	5	2	77.62	

表 3.1.2-10 新給水単位による算定方法

階数	室名	器具名	設置器具数 [個]	新給水負荷 単位	小計	合計	累計	Q _{max} [L/min]
1-8 階	男子便所	大便器	2	3.5	7	29	208	192
		小便器	2	3	6			
		洗面器	2	1.5	3			
		掃除流し	1	-	0			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	1.5	3			
	給湯室	流し	1	-	0			
1-7 階	男子便所	大便器	2	3.5	7	29	179	180
		小便器	2	3	6			
		洗面器	2	1.5	3			
		掃除流し	1	-	0			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	1.5	3			
	給湯室	流し	1	-	0			
1-6 階	男子便所	大便器	2	3.5	7	29	150	160
		小便器	2	3	6			
		洗面器	2	1.5	3			
		掃除流し	1	-	0			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	1.5	3			
	給湯室	流し	1	-	0			
1-5 階	男子便所	大便器	2	3.5	7	29	121	130
		小便器	2	3	6			
		洗面器	2	1.5	3			
		掃除流し	1	-	0			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	1.5	3			
	給湯室	流し	1	-	0			
1-4 階	男子便所	大便器	2	3.5	7	29	92	125
		小便器	2	3	6			
		洗面器	2	1.5	3			
		掃除流し	1	-	0			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	1.5	3			
	給湯室	流し	1	-	0			
1-3 階	男子便所	大便器	2	3.5	7	29	63	102
		小便器	2	3	6			
		洗面器	2	1.5	3			
		掃除流し	1	-	0			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	1.5	3			
	給湯室	流し	1	-	0			
1-2 階	男子便所	大便器	2	3.5	7	29	34	80
		小便器	2	3	6			
		洗面器	2	1.5	3			
		掃除流し	1	-	0			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	1.5	3			
	給湯室	流し	1	-	0			
1 階	車いす用	大便器	1	3.5	3.5	5	5	44
	便所	洗面器	1	1.5	1.5			
	ゴミ置き場	掃除流し	1	-	0			
	屋外	散水栓	5	-	0			

表 3.1.2-11 器具利用から予測する算定方法

階数	室名	器具名	個数[個]	累計 [個]	器 具 の Qmax[L/min]	同時使用率 [%]	流量[L/min]	Q _{max} [L/min]
1-8 階	男子便 所	大便器	2	15	10	27.75	41.625	490
		小便器	2	14	10	46.5	65.1	
		洗面器	2	15	10	45.75	68.625	
		掃除流し	1	7	15	58.75	61.6875	
	女子便 所	大便器	2	14	10	28.5	39.9	
		洗面器	2	14	10	46.5	65.1	
		給湯室	1	7	15	58.75	61.6875	
	屋外	掃除流し	1	1	20	100	20	
		散水栓	5	5	20	66.25	66.25	
	1-7 階	男子便 所	大便器	2	13	10	29.25	
小便器			2	12	10	48	57.6	
洗面器			2	13	10	47.25	61.425	
掃除流し			1	6	15	62.5	56.25	
女子便 所		大便器	2	12	10	30	36	
		洗面器	2	12	10	48	57.6	
		給湯室	1	6	15	62.5	56.25	
屋外		掃除流し	1	1	20	100	20	
		散水栓	5	5	20	66.25	66.25	
1-6 階		男子便 所	大便器	2	11	10	32.5	35.75
	小便器		2	10	10	51.5	51.5	
	洗面器		2	11	10	49.75	54.725	
	掃除流し		1	5	15	66.25	49.6875	
	女子便 所	大便器	2	10	10	35	35	
		洗面器	2	10	10	51.5	51.5	
		給湯室	1	5	15	66.25	49.6875	
	屋外	掃除流し	1	1	20	100	20	
		散水栓	5	5	20	66.25	66.25	
	1-5 階	男子便 所	大便器	2	9	10	37.5	33.75
小便器			2	8	10	55	44	
洗面器			2	9	10	53.25	47.925	
掃除流し			1	4	15	70	42	
女子便 所		大便器	2	8	10	40	32	
		洗面器	2	8	10	55	44	
		給湯室	1	4	15	70	42	
屋外		掃除流し	1	1	20	100	20	
		散水栓	5	5	20	66.25	66.25	
1-4 階		男子便 所	大便器	2	7	10	42.5	29.75
	小便器		2	6	10	45	27	
	洗面器		2	7	10	58.75	41.125	
	掃除流し		1	3	15	85	38.25	
	女子便 所	大便器	2	6	10	45	27	
		洗面器	2	6	10	62.5	37.5	
		給湯室	1	3	15	85	38.25	
	屋外	掃除流し	1	1	20	100	20	
		散水栓	5	5	20	66.25	66.25	
	1-3 階	男子便 所	大便器	2	5	10	47.5	23.75
小便器			2	4	10	70	28	
洗面器			2	5	10	66.25	33.125	
掃除流し			1	2	15	100	30	
女子便 所		大便器	2	4	10	50	20	
		洗面器	2	4	10	70	28	
		給湯室	1	2	15	100	30	
屋外		掃除流し	1	1	20	100	20	
		散水栓	5	5	20	66.25	66.25	
1-2 階		男子便 所	大便器	2	3	10	50	15
	小便器		2	2	10	100	20	
	洗面器		3	3	10	85	25.5	
	掃除流し		1	1	15	100	15	
	女子便 所	大便器	2	2	10	50	10	
		洗面器	2	2	10	100	20	
		給湯室	1	1	15	100	15	
	屋外	掃除流し	1	1	20	100	20	
		散水栓	5	5	20	66.25	66.25	
	1 階	男子便 所	大便器	1	1	10	100	10
洗面器			1	1	10	100	10	
掃除流し			1	1	20	100	20	
屋外		散水栓	5	5	20	66.25	66.25	

表 3.1.2-12 器具給水負荷単位による算定方法

階数	室名	器具名	設置器具数 [個]	給水負荷単位	小計	合計	累計	Q _{max} [L/min]
1-8 階	男子便所	大便器	2	5	10	45	351	350
		小便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		掃除流し	1	4	4			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		給湯室	流し	1	3			
1-7 階	男子便所	大便器	2	5	10	45	306	320
		小便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		掃除流し	1	4	4			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		給湯室	流し	1	3			
1-6 階	男子便所	大便器	2	5	10	45	261	300
		小便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		掃除流し	1	4	4			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		給湯室	流し	1	3			
1-5 階	男子便所	大便器	2	5	10	45	216	260
		小便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		掃除流し	1	4	4			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		給湯室	流し	1	3			
1-4 階	男子便所	大便器	2	5	10	45	171	220
		小便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		掃除流し	1	4	4			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		給湯室	流し	1	3			
1-3 階	男子便所	大便器	2	5	10	45	126	198
		小便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		掃除流し	1	4	4			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		給湯室	流し	1	3			
1-2 階	男子便所	大便器	2	5	10	45	81	145
		小便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		掃除流し	1	4	4			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		給湯室	流し	1	3			
1 階	車いす用 便所	大便器	1	5	5	36	36	78
		洗面器	1	2	2			
	ゴミ置き場 屋外	掃除流し	1	4	4			
		散水栓	5	5	25			

表 3.1.2-13 SHASE-S206 により求めた Qmax (全階)

瞬時最大負荷流量 Q _{max} [L/min]			
水使用時間率と 給水単位	新給水単位	器具利用率	給水単位
240	192	490	350

表 3.1.2-14 SHASE-S206 で求めた Qmax (8階)

瞬時最大負荷流量 Q _m [L/min]			
水使用時間率と 給水単位	新給水単位	器具利用率	給水単位
88	75	110	95

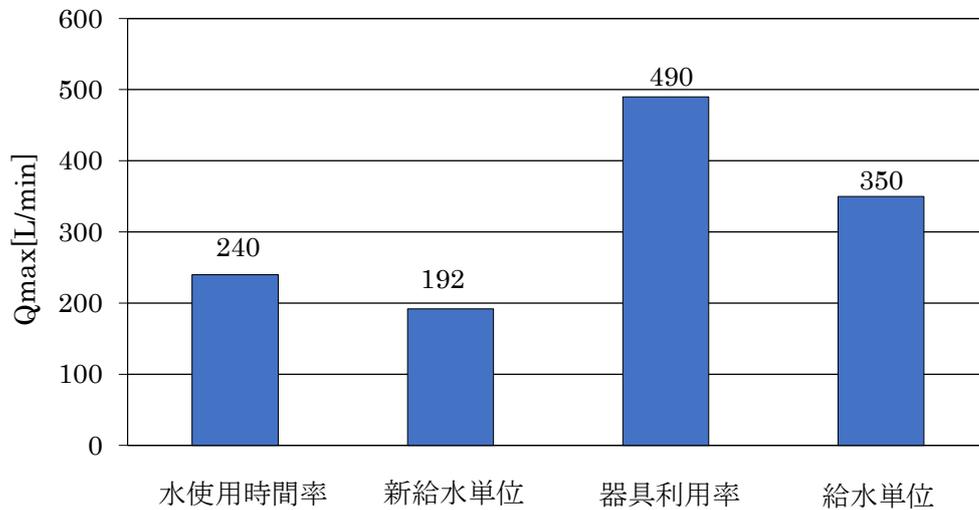


図 3.1.2-4 SHASE-S206 により求めた Qmax (全階)

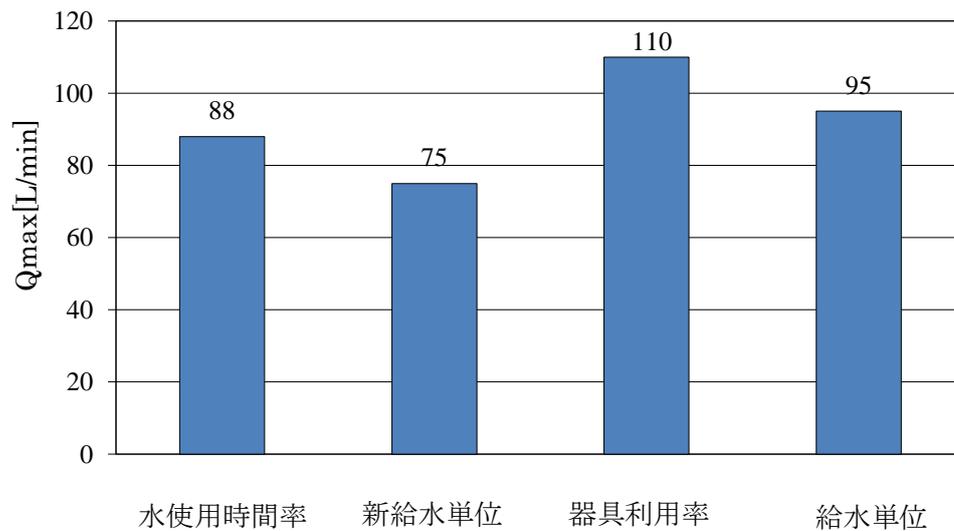


図 3.1.2-5 SHASE-S206 より求めた Qmax (8階)

3.1.3 MSWCによる算定値

シミュレーション条件を表 3.1.3-1 に示す。対象建物に設置されている大便器は、先述したように洗浄水量 4.8L の小型タンク併設型のハイブリッドタイプであり、タンクに給水する際の給水量は定流量弁により 12L/min になるように設定されており、かつ小型タンクの容量は 3L である。これらを考慮し、平均吐水量は 12L/min、平均吐水時間は 15 秒と設定した。また、各予測により、対象件数（在室人数）を変更し、全階および 8 階の給水負荷の予測を行った。

表 3.1.3-1 シミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	15	14	15	14	14
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]	15	5	6	15	11
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]	12	30	5	12	5
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[°C]	22	22	22	22	22

(1) 全階の給水負荷

算定条件となる在室人数は、事務室の延べ面積に有効率 0.2 を乗じた値を使用する 545 人とし、男女比は 7:3 として算定した。各集計時間におけるシミュレーション結果を表 3.1.3-2 に、それらの給水パターンを図 3.1.3-1～図 3.1.3-4 に、日給水量の 100 回のシミュレーション値を図 3.1.3-5 に示す。

また、監視カメラにより計測した在室男女別人数を条件とした算定結果を表 3.1.3-3 に示す。

表 3.1.3-2 各集計時間における最大給水量

集計時間	最大給水量[L]
10 秒	17.8
01 分	50.4
10 分	249.9
60 分	1141.2
1 日	8912.4

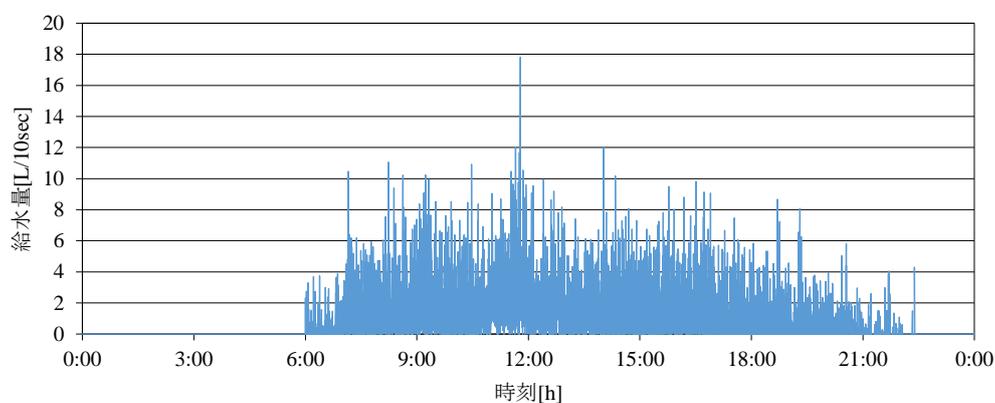


図3.1.3-1 給水流量のシミュレーション (10秒間値)

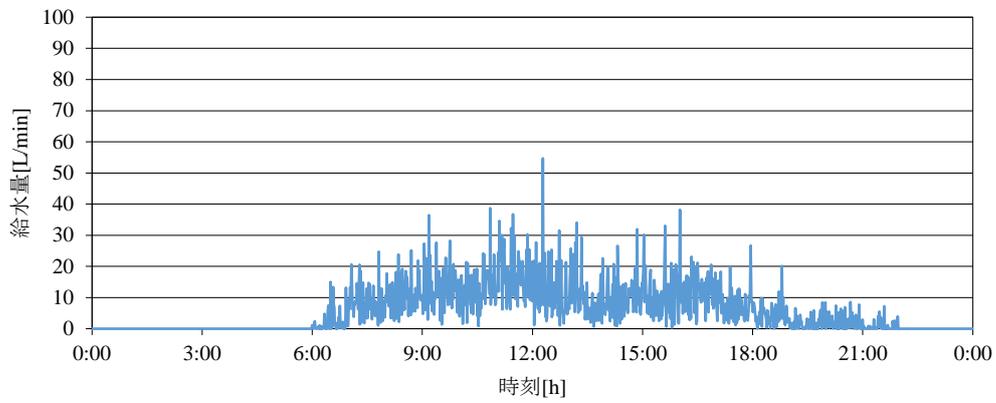


図3.1.3-2 給水流量のシミュレーション（1分間値）

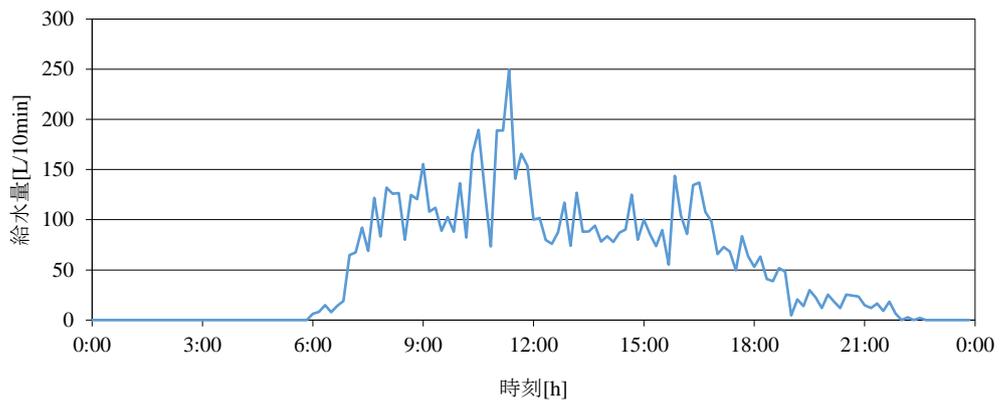


図3.1.3-3 給水流量のシミュレーション（10分間値）

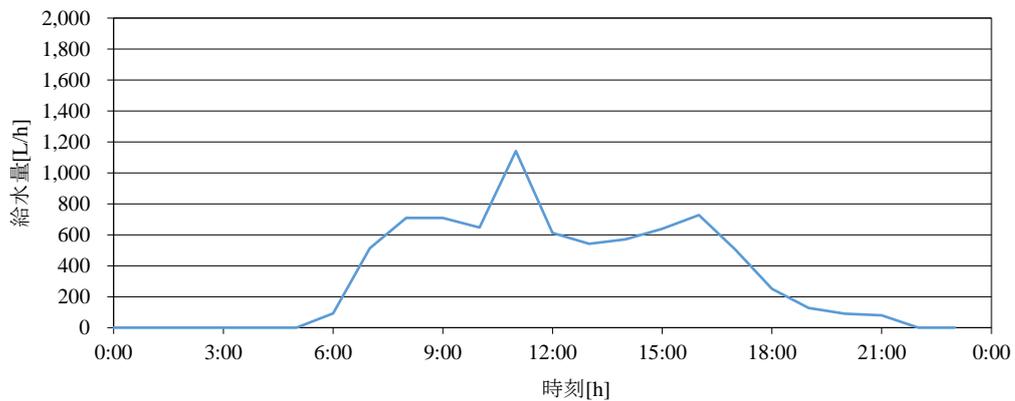


図3.1.3-4 給水流量のシミュレーション（60分間値）

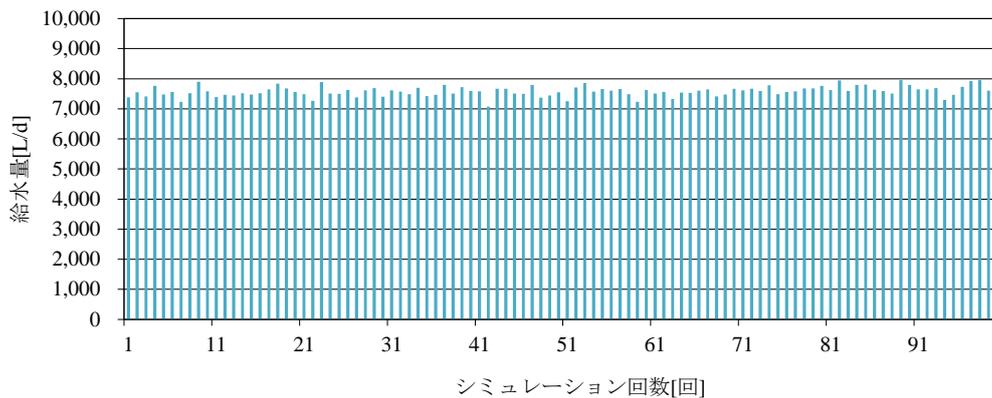


図3.1.3-5 給水流量のシミュレーション (1日)

表 3.1.3-3 カメラ人員による MSWC の日給水量と瞬時最大給水流

実測日	11月29日 (金)	11月30日 (土)	12月1日 (日)	12月2日 (月)
日給水量[L/d]	5171.0	668.6	260.7	4318.8
瞬時最大給水 流量[L/min]	41.8	11.9	14.3	34.6

(2) 8階の給水負荷

算出した8階の給水負荷を表3.1.3-4～表3.1.3-5に示す。器具洗浄回数により算定人数の男性10人、女性24も条件として算定を行った。

表 3.1.3-4 設計基準によるシミュレーション結果

日給水量[L/day]	1874.8
瞬時最大給水流量[L/min]	23.5

表 3.1.3-5 算定人員によるシミュレーション結果

日給水量[L/day]	768.2
瞬時最大給水流量[L/min]	16.5

3.1.4 各種算定値と実測値の比較

全階の日給水量について実測値、各予測法による予測値の結果と比較を表 3.1.4-1、図 3.1.4-1 に示す。

全階の瞬時最大給水負荷について実測値、各予測法による予測値の結果と比較を表 3.1.4-2、図 3.1.4-2 に示す。

表 3.1.4-1 日給水量結果

種別	実測値	量水器データ	国土交通省建築 設備設計基準			MSWC (有効面積)	MSWC (カメラ人員)
			人員法 (有効面積)	人員法 (算定人員)	器具法		
Qday	4958	5795	43600	16480	31200	8912	4319
実測値に対する倍率	1.0	1.2	8.8	3.3	6.3	1.8	0.9

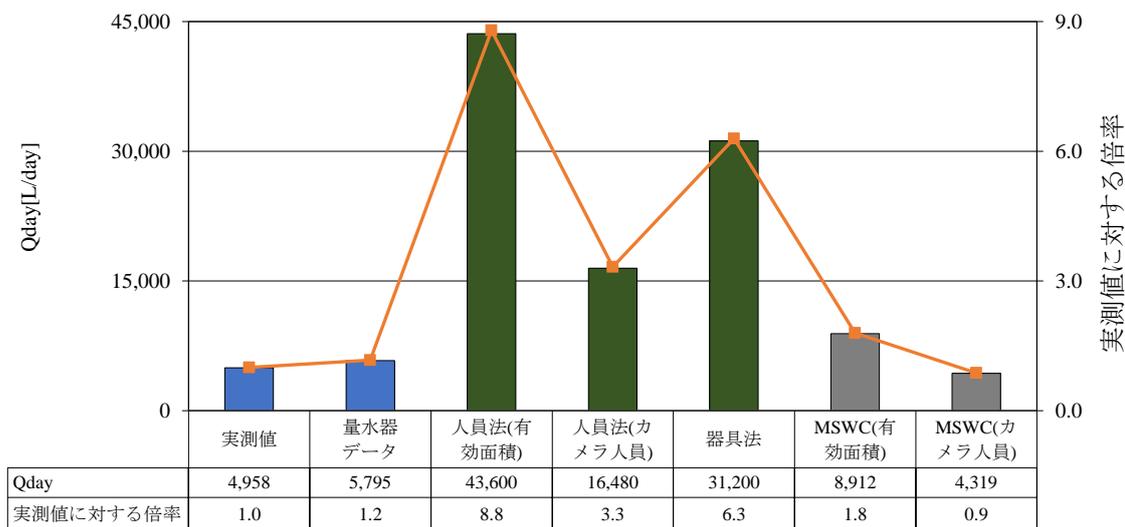


図 3.1.4-1 日給水量の比較

表 3.1.4-2 日給水量結果

種別		Qmax	実測値に対する倍率
実測値		25.5	1.0
国土交通省建築 設備設計基準	人員法 (有効面積)	272.5	10.7
	人員法 (カメラ人員)	35	1.4
	器具法	325	12.7
SHASE-S 206	器具給 水単位	240	9.4
	新給水 負荷単位	192	7.5
	器具利用	490	19.2
	器具給水 負荷単位	350	13.7
MSWC (カメラ人員)		35	1.4
MSWC (有効面積)		50	2.0

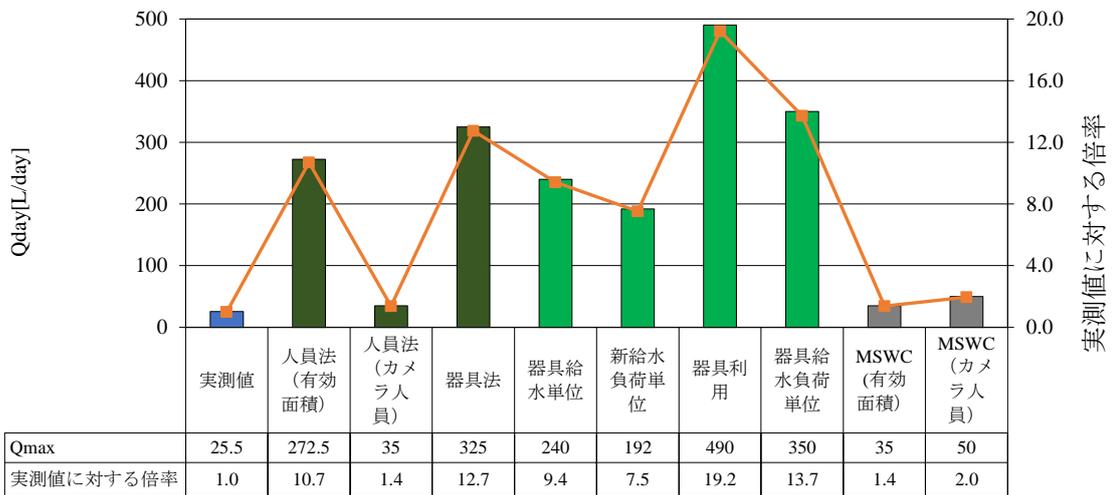


図 3.1.4-2 日給水量の比較

8階の日給水量について実測値、各予測法による予測値の結果と比較を表3.1.4-3、図3.1.4-3に示す。

8階の瞬時最大給水負荷について実測値、各予測法による予測値の結果と比較を表3.1.4-4、図3.1.4-4に示す。

表 3.1.4-3 日給水量結果

種別	実測値	国土交通省建築 設備設計基準			MSWC (有効面積)	MSWC (算定人員)
		人員法 (有効面積)	人員法 (算定人員)	器具法		
Qday	760	6357	2720	4320	1375	768
実測値に対する倍率	1.0	8.4	3.6	15.7	1.8	1.0

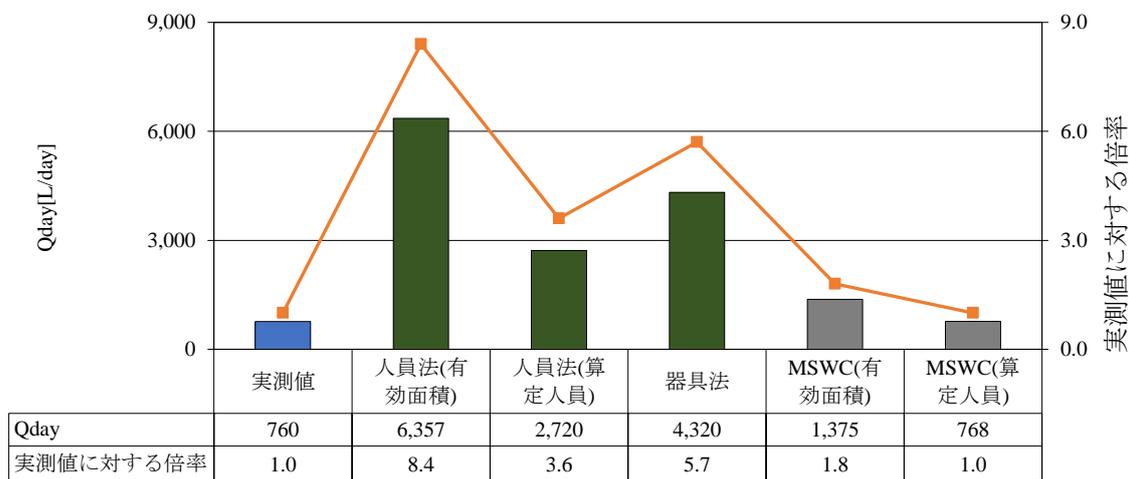


図 3.1.4-3 日給水量の比較

表 3.1.4-4 瞬時最大給水負荷の結果

種別	Qmax	実測値に対する倍率	
実測値	16	1.0	
国土交通省建築 設備設計基準	人員法 (有効面積)	40	2.5
	人員法 (算定人員)	17	1.0
	器具法	180	11.3
SHASE-S 206	器具給 水単位	88	5.4
	新給水 負荷単位	75	4.6
	器具利用	110	6.8
	器具給水 負荷単位	95	5.9
MSWC (算定人員)	17	1.0	
MSWC (有効面積)	24	1.5	

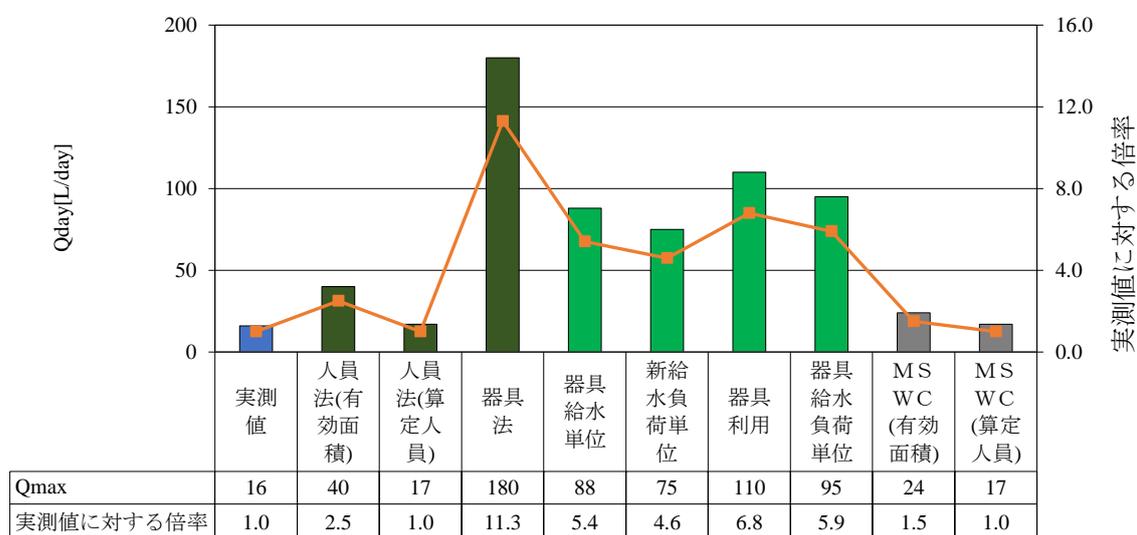


図 3.1.4-4 瞬時最大給水負荷の比較

3.2 Kビル

3.2.1 給水負荷の測定

(1) 建物概要

Kビルは東京都内に位置する新築事務所ビルである。対象ビルの概要を表 3.2.1-1 に、給水系統図を図 3.2.1-1 に示す。

各階の面積を表 3.2.1-2、設置器具数を表 3.2.1-3 に示す。

表 3.2.1-1 建物概要

主用途	事務所
構造	鉄骨造、一部鉄骨鉄筋コンクリート造
階	地上 11 階、地下 1 階
敷地面積	1,3374.36m ² (約 415.74 坪)
延床面積	15,238.97m ² (4,609.78 坪)
軒高	29.80m
用途地域	第 2 種住居・商業
給水方式	水道直結方式 増圧直結給水方式(高架水槽利用)
増圧給水ポンプユニット	運転方式：2/3 ロータリー回転 能力：50φ×160L/min×0.65MPa 定格出力：3.7kw 参考型番：50PNAEM3.7A

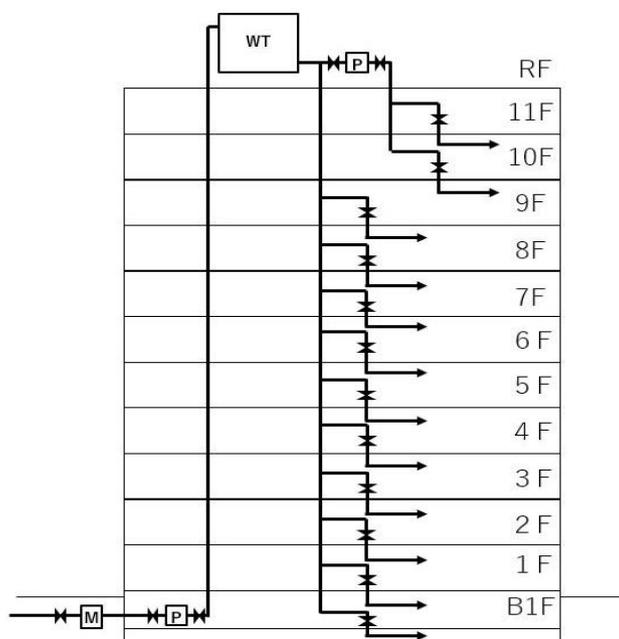


図 3.2.1-1 給水系統図

表 3.2.1-2 面積表

階	基準法床面積[m ²]	容積対象外面積[m ²]	有効面積[m ²]
11	896	-	896
10	896	-	896
9	896	-	896
8	896	-	896
7	896	-	896
6	896	-	896
5	896	-	896
4	896	-	896
3	896	87(機械)	809
2	896	88(機械)	809
1	880	352(駐車場)	528
B1	230	178(機械)	52
床面積	m ²	10070	9366
	坪	3046	2833
合計	896		

表 3.2.1-3 設置器具数

器具		大便器	小便器	洗面器	掃除用 流し	給湯室 流し 水栓	散水栓
設置場所	屋外	-	-	-	-	-	3
	屋上	-	-	-	-	-	2
	11F	6	3	6	1	1	-
	10F	6	3	6	1	1	-
	9F	6	3	6	1	1	-
	8F	6	3	6	1	1	-
	7F	6	3	6	1	1	-
	6F	6	3	6	1	3	-
	5F	8	3	6	1	2	-
	4F	7	3	6	1	1	-
	3F	7	3	6	1	2	-
	2F	9	4	7	2	2	-
	1F	3	1	3	2	0	-
	B1F	3	1	2	1	1	-
合計	73	33	66	14	16	5	

対象ビルテナント一覧と就業時間、休日を表 3.2.1-4 に示す。ヒアリングによると日曜日ほどのテナントも休日であるが、土曜日は I クリニックと飲食店が営業している。また、N 社は研修施設となっており、特定の就業時間が設けられておらず、化粧品関連会社であることから女性が多いことから、不定期に女性の来客数が増える場合がある。

表 3.2.1-4 ビルテナント一覧

階	テナント名	就業時間	休日
11	T社	9-17時30分	土日
10	T社	9-17時30分	土日
9	T社	9-17時30分	土日
8	T社	9-17時30分	土日
7	T社	9-17時30分	土日
6	H銀行	9-15時	土日祝
5	Iクリニック	8時30分-17時	日
4	N社	10-17時	-
3	D大学	9-17時	土日祝
2	M銀行	9-15時	土日祝
1	M銀行	9-15時	土日祝
B1	飲食店	11時30分-22時	-

(2) 測定目的

1) 在室人員の計測

MSWC の入力条件としている在室人員は、算定結果に大きな影響を与える。そこで、対象ビルの在室人員を把握するため、計測を行った。

2) 給水量の測定

各種給水負荷算定法の算定値との比較検証するため、対象ビルの給水流量を測定し、対象ビル全階および単独 2 階 (10・11 階) における日給水量 Q_{day} 、瞬時最大給水負荷 Q_{max} および瞬時最大給水負荷 Q_{max} の経時変動を算出することを目的とし、超音波流量計を用いて計測を行った。

(3) 測定方法

1) 在室人員の計測

① 数取器による人員計測

より詳細な人員特定のため、対象ビルの入り口で9月29日(月)と9月30日(火)の7時~18時に写真3.2.1-1に示す数取り器を用いて、ビルへの人の出入を計測し、男女別の全階の在席人員を30分間隔で計測した。



写真 3.2.1-1 数取り器

② 男子トイレの洗浄回数

9月27日~10月5日において、10階、11階の男子トイレの大便器の個室の入り口に写真3.2.1-2のようにカウンター付防犯ブザーを設置し、扉の開閉回数を計測した。



写真 3.2.1-2 防犯ブザーの設置

2) 給水量の測定

2014年9月27日(土)~2014年10月5日(日)の土日を含む9日間、対象ビルにおいて流量の実測を行った。流量計設置場所は全階の給水本管、地下1階~9階の給水管、10階~11階の給水管、11階の給水枝管とし、1秒間隔で記録し、流量単位は[L/min]とした。

(4) 測定結果

1) 在室人員の計測

① 数取器による人員計測

数取器による人員計測の結果、9月29日(月)と9月30日(火)の人員数の最大値(以下、在室人員という)は表3.2.1-5の結果となった。なお、男性人員が最大となる時刻と女性人員が最大となる時刻は必ずしも一致しない。そのため、人員最大値は全体で最大となる値ではなく、男女それぞれの最大値の和とする。

表 3.2.1-5 各日の人員最大値

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

② 男子トイレの洗浄回数

洗浄回数により洗浄回数により10階、11階の在住人員[人]を男女別に求めた。扉の開閉回数は1回につき、1回の大洗浄とした。平日5日間の扉の開閉回数を表に3.2.1-6に示す。平日5日間の扉の開閉階数を洗浄回数として使用した。

表 3.2.1-6 各日の扉の開閉階数

日にち	トイレカウンター					
	10階			11階		
	便器1	便器2	便器3	便器1	便器2	便器3
9月29日(月)	31	15	25	53	13	57
9月30日(火)	55	31	73	80	40	83
10月1日(水)	63	30	47	39	18	46
10月2日(木)	52	20	62	35	25	55
10月3日(金)	35	13	32	18	10	20

洗浄回数および器具利用頻度を表 3.2.1-7 に示す。洗浄回数 H は、平日 5 日間の積算洗浄回数
を示している。器具利用頻度は、事務所ビルのデータであり、勤務時間は 1 人 1 日 10 時間と設
定されている。本研究では、勤務時間は計測期間の流量変動結果から 1 人 1 日 12 時間と設定し
た。流量変動の 1 例として 9 月 30 日(月)の 10 階における流量のデータを図 3.2.1-2 に示す。

表 3.2.1-7 洗浄回数および器具利用頻度

区別	大便器の洗浄回数 H		器具利用頻度 f [回/人・10h]
	10F	11F	
男性	582	592	1.11

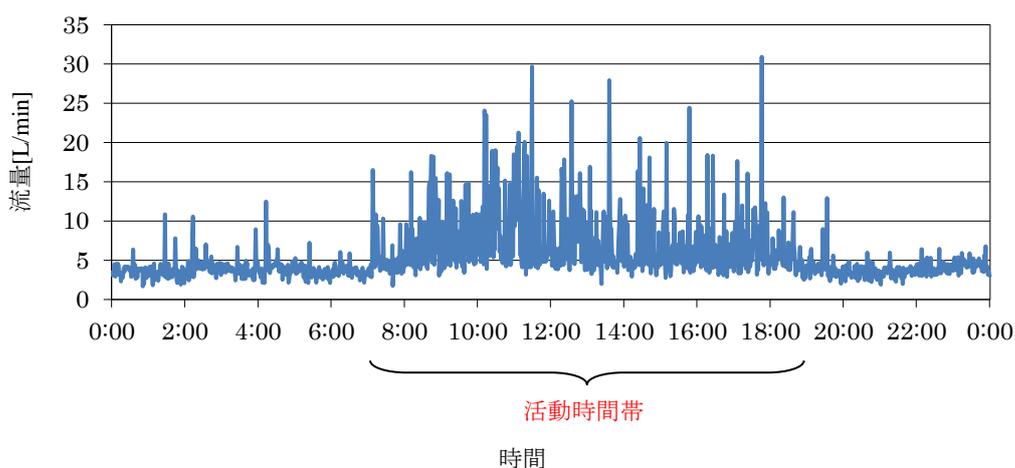


図 3.2.1-2 9 月 30 日 (火) 10 階流量 1 分間積算値

各衛生器具の洗浄回数は器具ごとの器具利用頻度 f [回/人・10h]により、式 (2) の等式が立てられる。活動時間を 12 時間と設定しているのに対し、器具利用頻度 f は活動時間を 1 日 10 時間と設定しているため、各日 10 時間×5 日間=60、各日 12 時間×5 日間=60 より、右辺に 60/50 を乗じることで f の補正を行った。

$$H_i = n \cdot N_i \cdot f_i \cdot 60/50 \dots \dots \dots (2)$$

- H : 各器具洗浄回数[回]
- f : 器具ごとの利用頻度[回/人・10h]
- n : 計測期間[日]
- N : 対象人員[人]
- i : 器具種類

(2) 式により 10 階および 11 階の在住人員 N [人]を求める前に、(2) 式で用いられる値について、検討を行う。

器具利用頻度 f の検討

文献による在席者 1 人 10 時間あたり男性の器具利用頻度 f [回/人・10h]は、0.4 文献による在席者 1 人 10 時間あたり器具利用頻度 f [回/人・10h]は 1.11 である。文献による器具利用頻度は、1981 年の調査、文献による器具利用頻度は、2005 年の調査によるものであり、各器具利用頻度は大きく異なっている。文献による器具利用頻度は広島市内の事務所ビルのデータであり、本論文の対象ビルが事務所ビルであること、また文献による器具利用頻度の方が最新のデータであることから、式 (2) において f は文献の値を採用した。

なお、1981 年の文献よりも 2005 年の文献で器具利用頻度が大きくなった原因としては衛生器具の高性能化によりトイレ空間の快適性が上がったこと、職場での歯磨き、うがい等の習慣化などが考えられる。

(2)式を用いて、10階、11階の人員を男性の人員を算出する。また、女性の人員数は男女比を7:3として算出する。

10階の男性の人員

$$582 = 1.11 \cdot 5 \cdot N \cdot 60/50$$

$$N = 88[\text{人}]$$

10階の女性の人員

$$N = 38[\text{人}]$$

11階の男性の人員

$$592 = 1.11 \cdot 5 \cdot N \cdot 60/50$$

$$N = 89[\text{人}]$$

11階の女性の人員

$$N = 38[\text{人}]$$

以上より、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(以下、算定人員という)となった。

2) 給水量の測定

a. 全階における日給水量

計測結果を表3.2.1-8にしめす。

表 3.2.1-8 全階における日給水量

種別	実測値									平日5日間の 平均値
	9/27 (土)	9/28 (日)	9/29 (月)	9/30 (火)	10/1 (水)	10/2 (木)	10/3 (金)	10/4 (土)	10/5 (日)	
日給水量 [L/day]	4011	3618	26324	27284	27059	29087	32563	4144	3923	28463

2014年9月27日（土）流量計設置時～2014年10月5日（日）流量計撤去時で得られた実測値の正確性を検証するため、水道メーターによる給水量、流量計の積算機能による給水量（流量計画面にリアルタイムで表示される）の比較を行った。ビル使用者数が少なく、流量の変動が少ない翌日7時を区切りとし、計測期間における各算出方法により得た給水量を図3.2.1-3に示す。なお、水道メーター、流量計の積算値の確認は計測期間中毎日行った。

図3.2.1-3より、どの算出方法においても多少の誤差はあるが、ほぼ同程度の値が得られた。よって、実測における超音波流量計によるデータは有効なものであると考えられる。

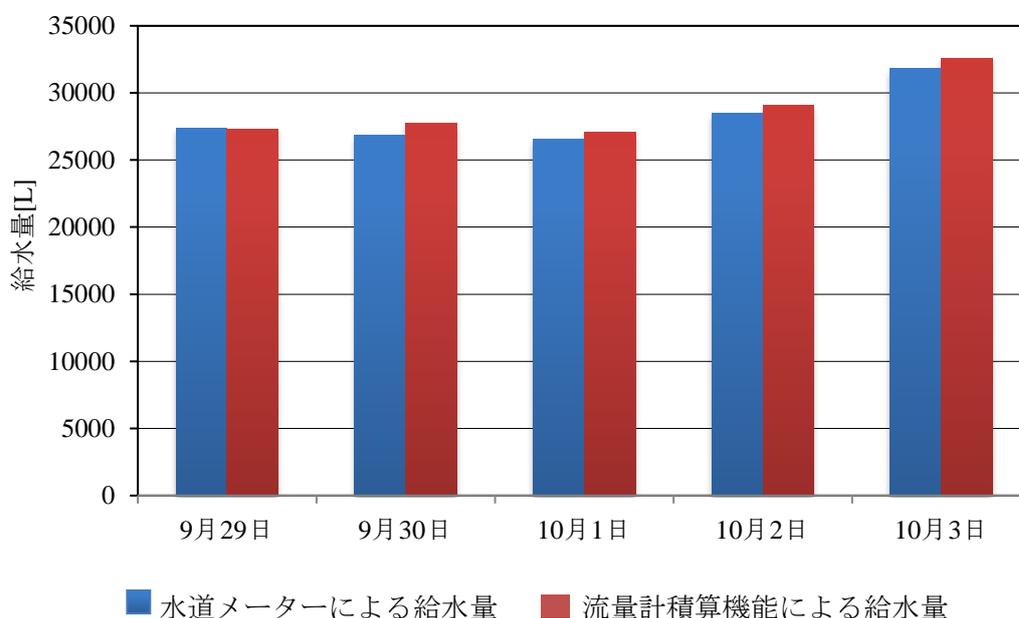


図3.2.1-3 各算出方法による給水量の比較

9/27(土)12:00 流量系設計時から 10/5（日）9:00 流量計撤去時までの実測より求めた流量変動を図3.2.1-4～3.2.1-10に示す。なお、計測は流量単位[L/min]、1秒間隔で測定しているため、データの処理は、給水流量[L/min]の1秒間値を給水流量[L/sec]の1秒間値にし、給水流量[L/sec]の1秒間値のデータを60秒間分積算することで1分間隔の給水流量[L/min]とした。

平日の流量変動は5日とも類似したものとなり、平均して昼休みに最も多く水使用行為が見られた。

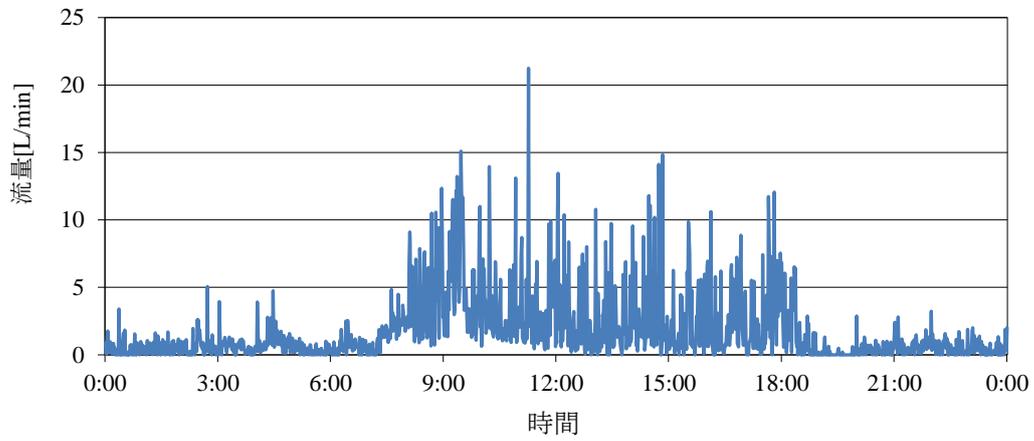


図 3.2.1-4 9月29日(月)の1minの積算値

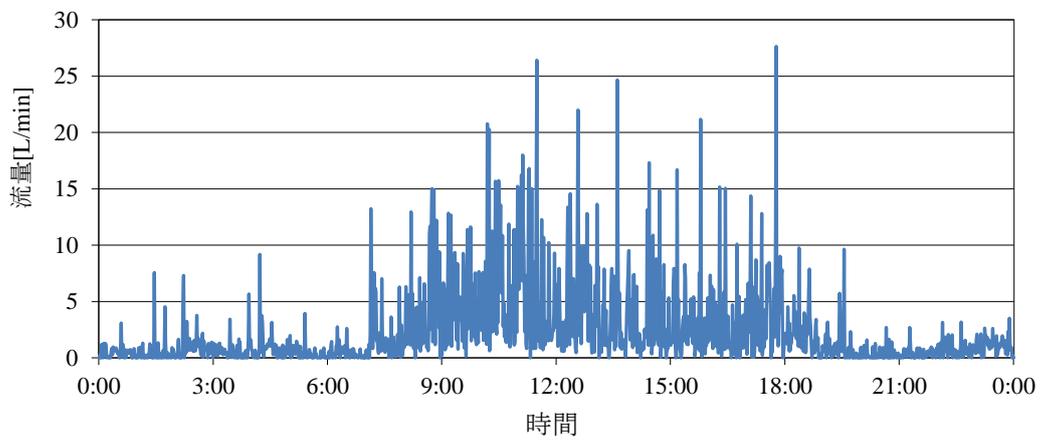


図 3.2.1-5 9月30日(火)の1minの積算値

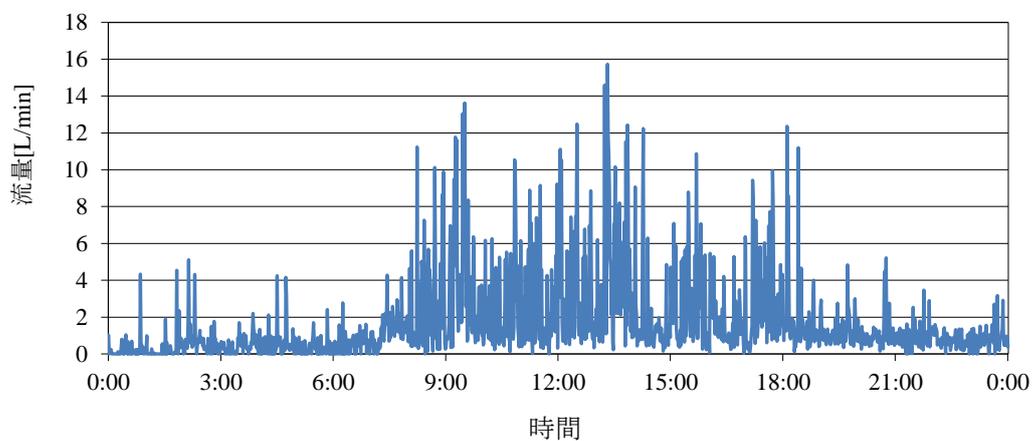


図 3.2.1-6 10月1日(水)の1minの積算値

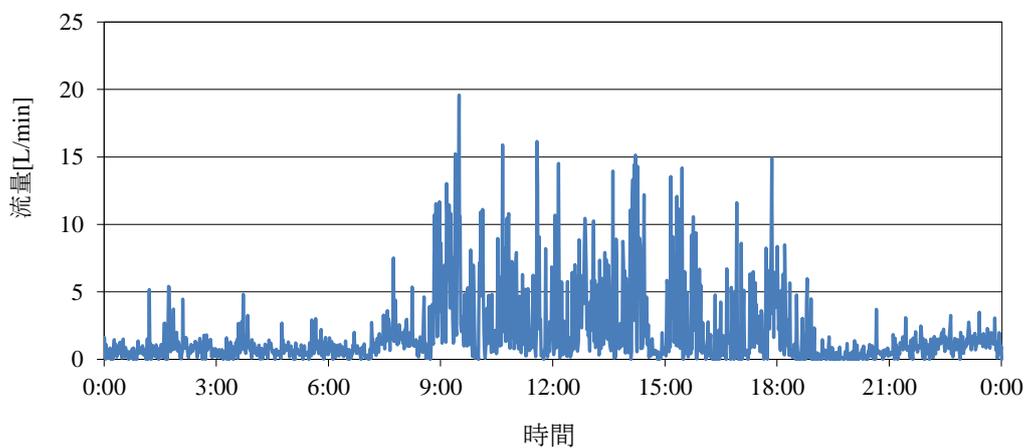


図 3.2.1-7 10月2日(木)の1minの積算値

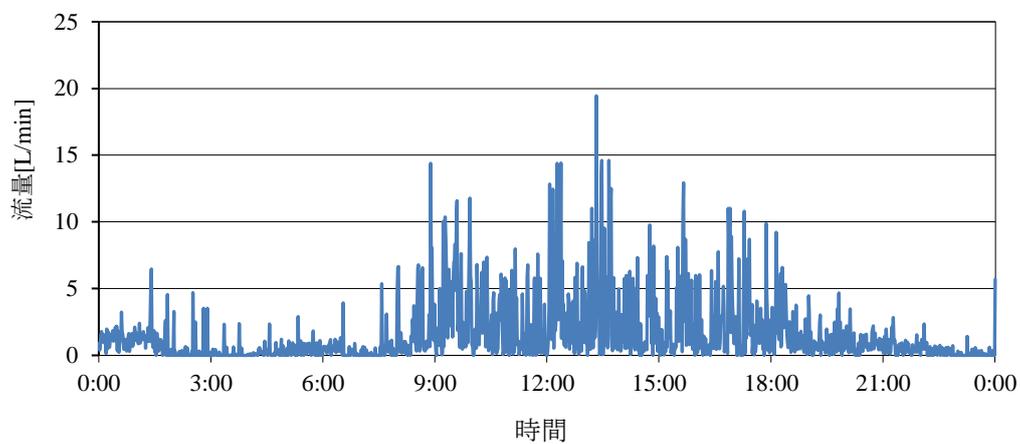


図 3. 2. 1-8 10月3日(金)の1minの積算値

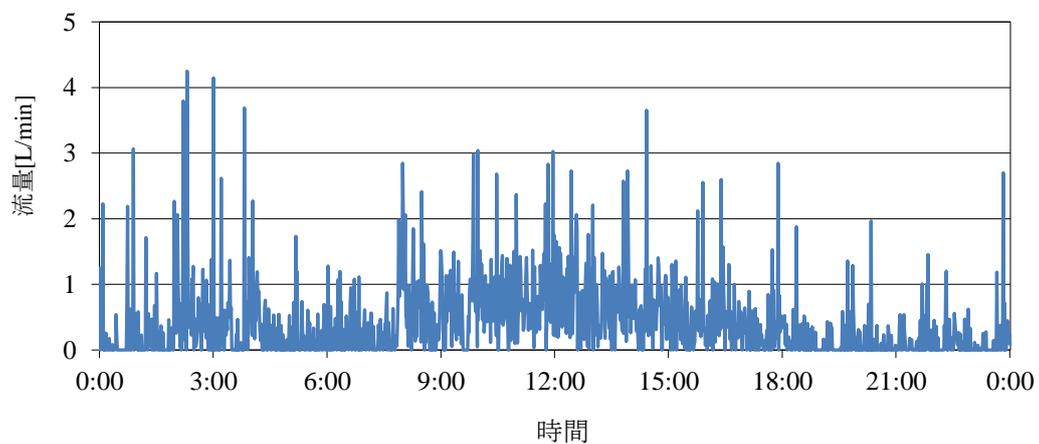


図 3. 2. 1-9 10月4日(土)の1minの積算値

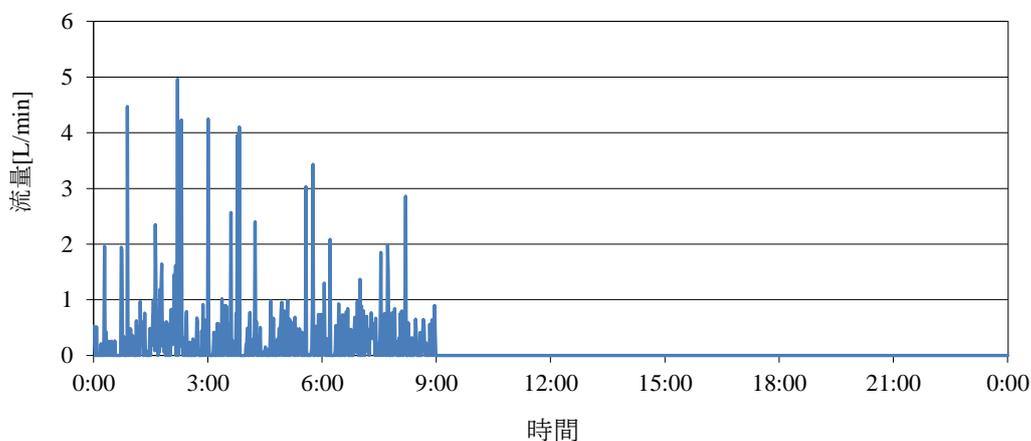


図 3.2.1-10 10月5日(日)の1minの積算値

② 10階における給水量

10階の平日5日間における平均値と実測値を表3.2.1-9に示す。また、流量変動の図を3.2.1-11～3.2.1-17に示す。10階単独の給水流量を実測することにより、後述において単独階の人員の推定を行う。

表 3.2.1-9 10階における実測

種別	実測値							平日5日間の平均値
	9/29 (月)	9/30 (火)	10/1 (水)	10/2 (木)	10/3 (金)	10/4 (土)	10/5 (日)	
日給水量 [L/day]	1938	3389	2253	3250	3709	339	88	2908
瞬時最大給水 水量[L/min]	28	28	33	25	39	8	8	31

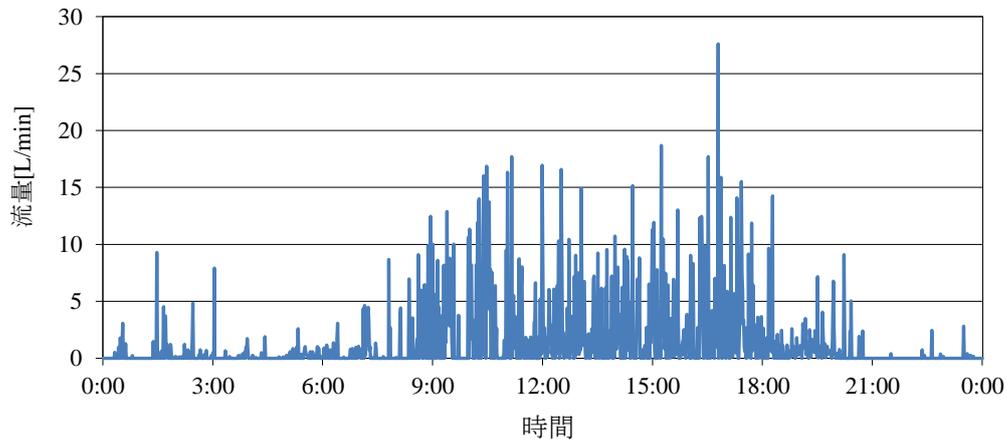


図 3.2.1-11 9月29日(月)の1minの積算値

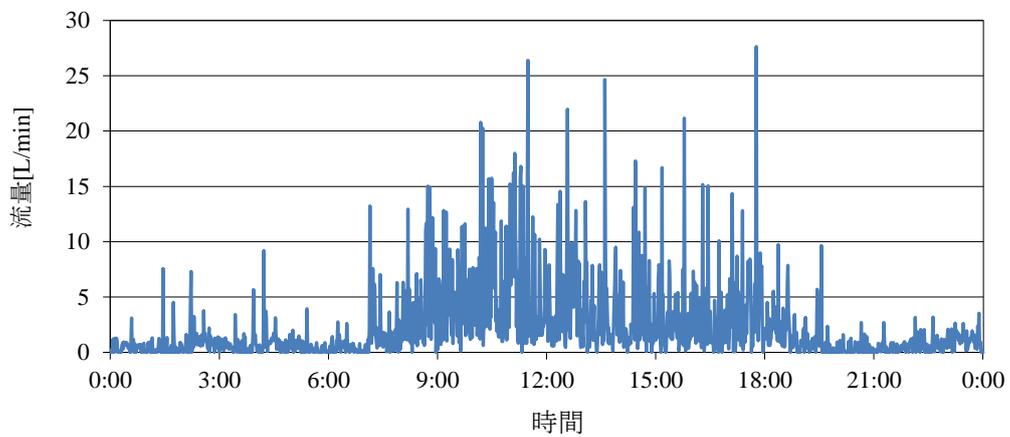


図 3.2.1-12 9月30日(火)の1分毎1minの積算値

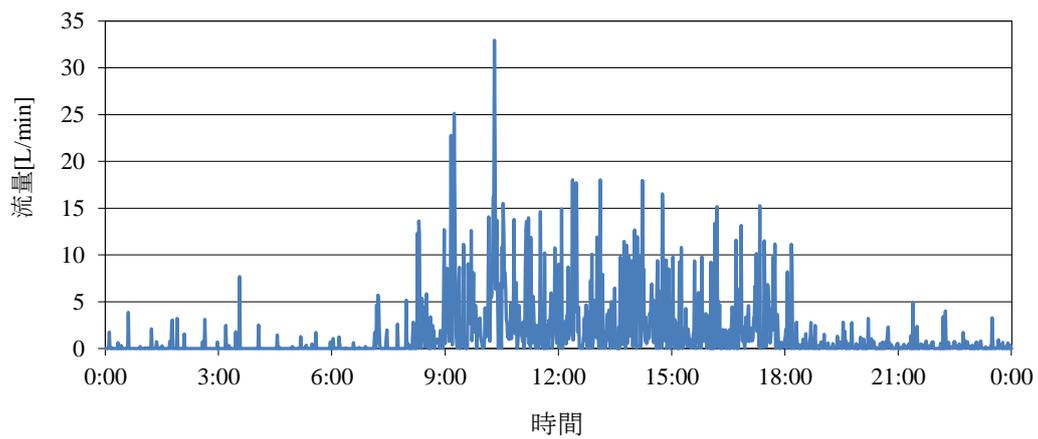


図 3.2.1-13 10月1日(水)の1minの積算値

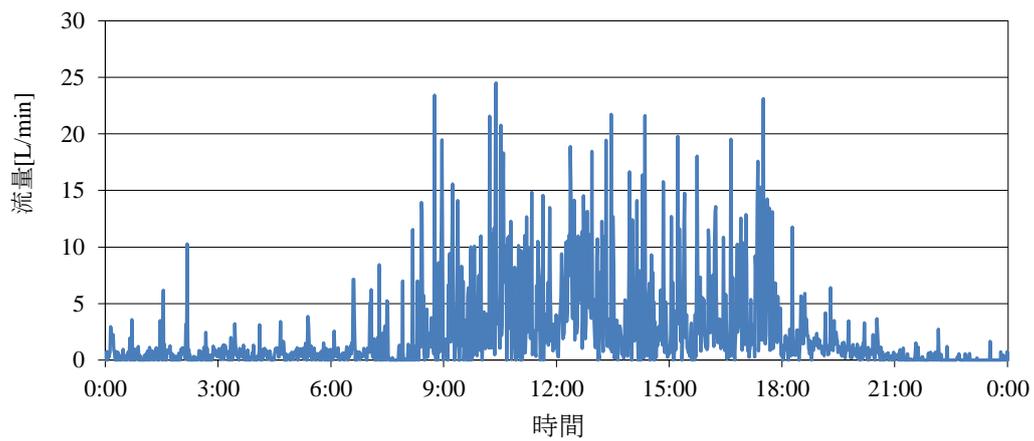


図 3.2.1-14 10月2日(木)の1minの積算値

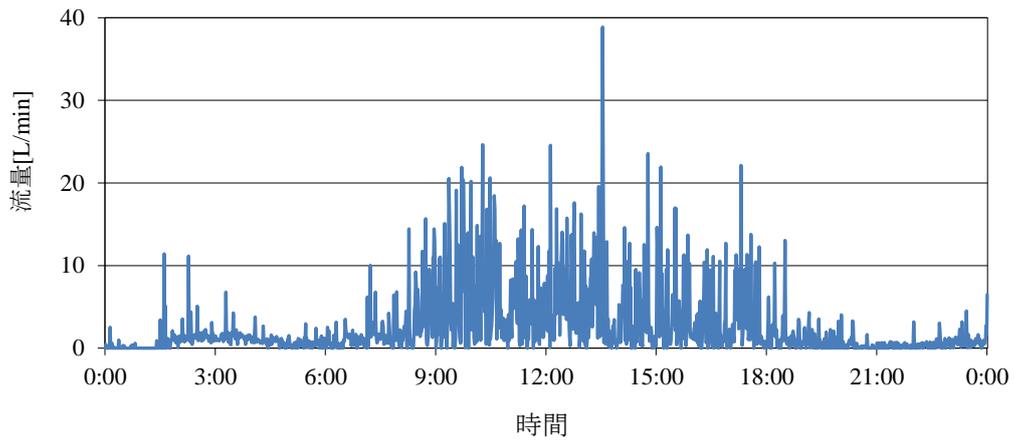


図 3.2.1-15 10月3日(金)の1minの積算値

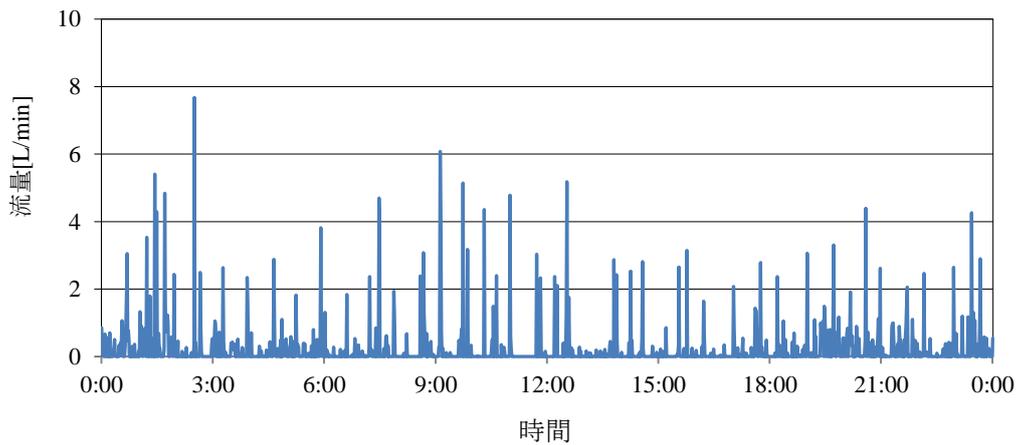


図 3.2.1-16 10月4日(土)の1minの積算値

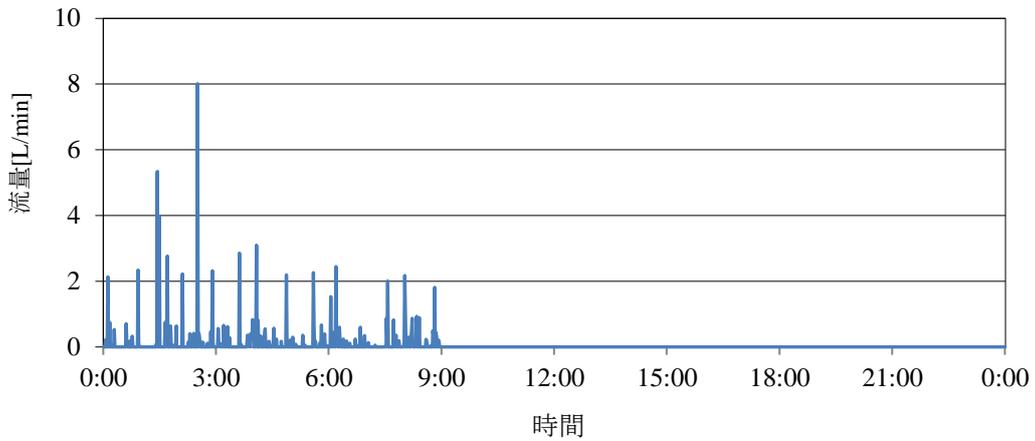


図 3.2.1-17 10月5日(日)の1minの積算値

③ 11階における給水量

同様に実測による11階の平日5日間における平均値と実測値を表3.2.1-10に示す。また、流量変動を図3.2.1-18～3.2.1-24に示す。

表 3.2.1-10 11階における実測値

種別	実測値							平日5日間の平均値
	9/29 (月)	9/30 (火)	10/1 (水)	10/2 (木)	10/3 (金)	10/4 (土)	10/5 (日)	
日給水量 [L/day]	2504	2700	2385	2691	2229	600	173	2502
瞬時最大給水量 [L/min]	21	19	16	20	19	4	5	21

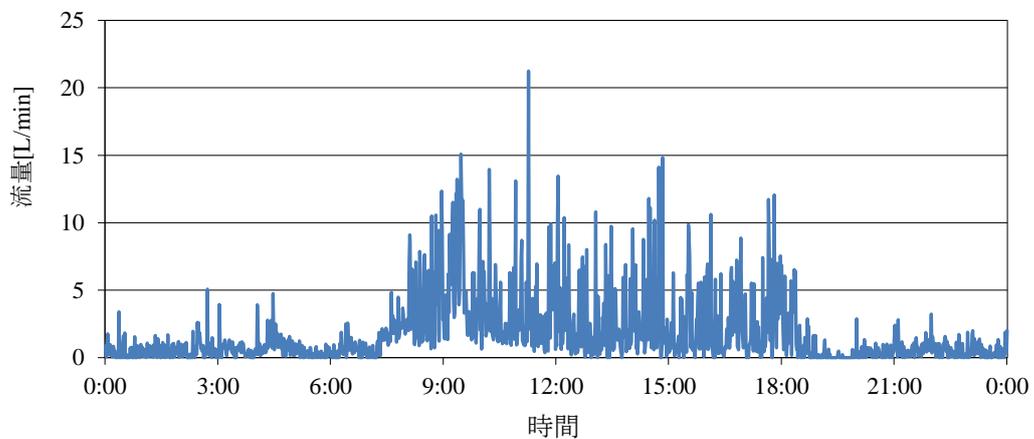


図 3.2.1-18 9月29日(月)の1minの積算値

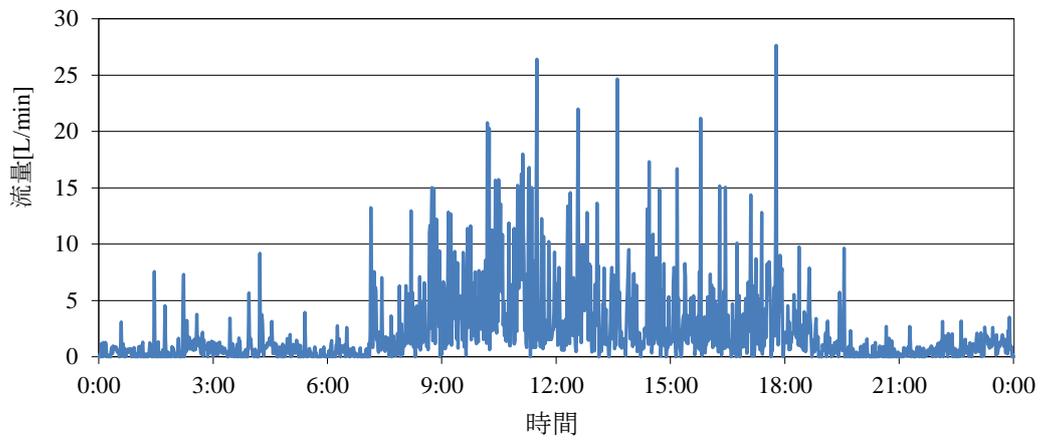


図 3. 2. 1-19 9月30日(火)の1minの積算値

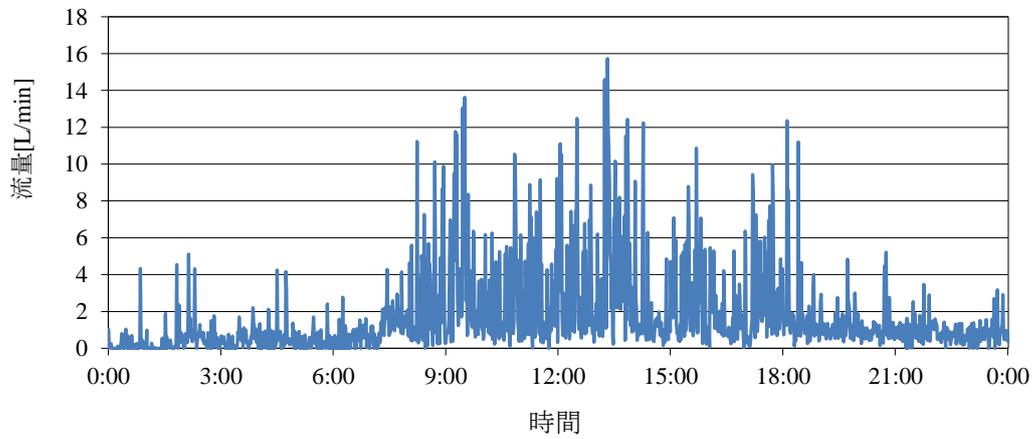


図 3. 2. 1-20 10月1日(水)の1minの積算値

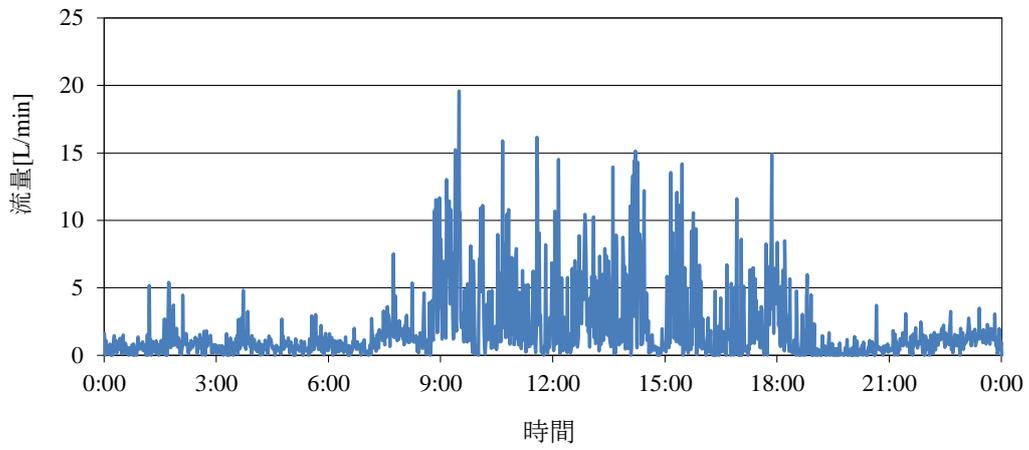


図 3. 2. 1-21 10月2日(木)の1minの積算値

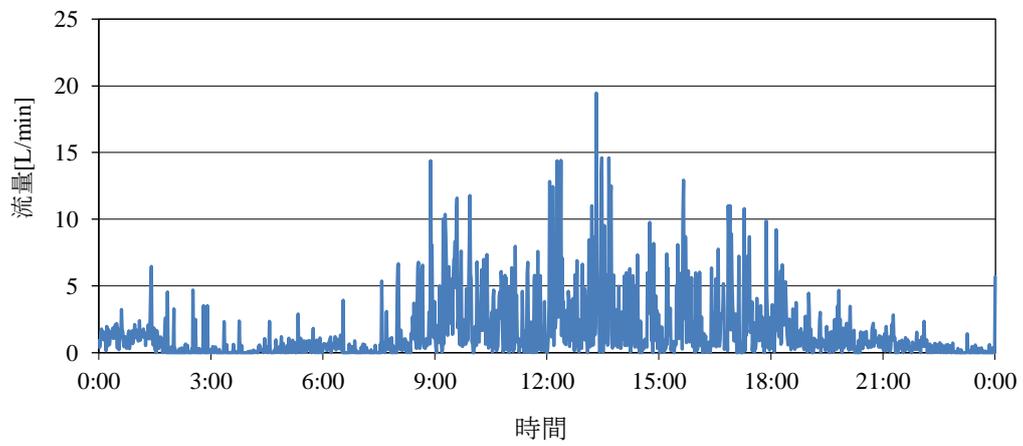


図 3. 2. 1-22 10月3日(金)の1minの積算値

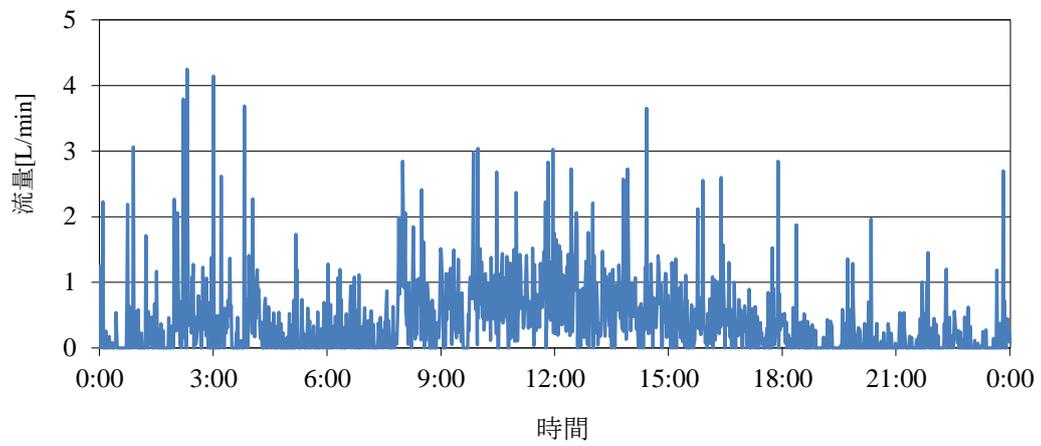


図 3. 2. 1-23 10月4日(土)の1minの積算値

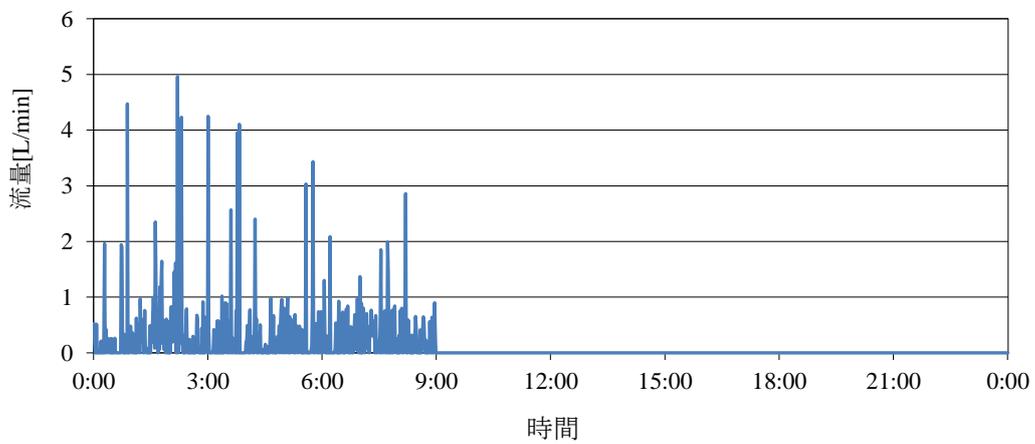


図 3. 2. 1-24 10月5日(日)の1minの積算値

④ 10・11階における給水量

同様に実測による10・11階の平日5日間における平均値と実測値を表3.2.1-11に示す。また、流量変動を図3.2.1-25～図3.2.1-31に示す。

表 3.2.1-11 10・11階における実測

種別	実測値									平日5日間の 平均値
	9/27 (土)	9/28 (日)	9/29 (月)	9/30 (火)	10/1 (水)	10/2 (木)	10/3 (金)	10/4 (土)	10/5 (日)	
日給水量 [L/day]	2642	2000	19155	20040	19598	18568	20940	6551	1506	19660
瞬時最大給水 水量[L/min]	30	24	74	104	76	94	79	35	15	85

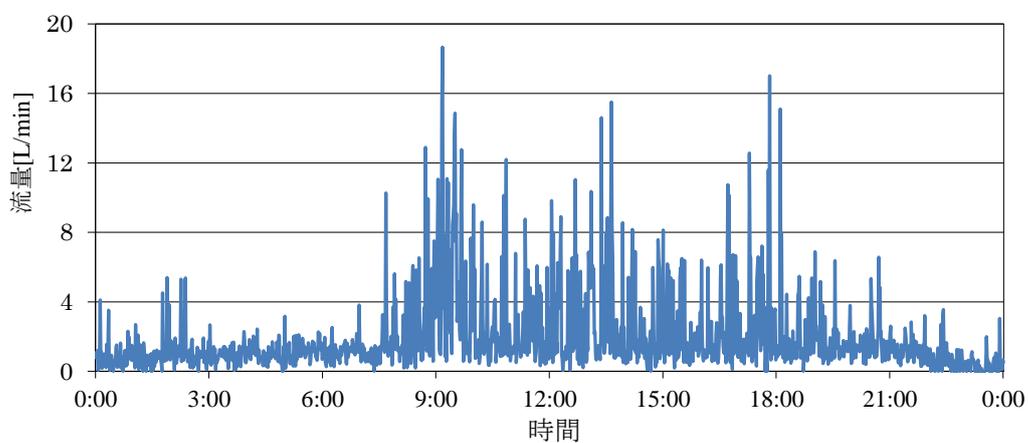


図 3.2.1-25 9月29日(月)の1minの積算値

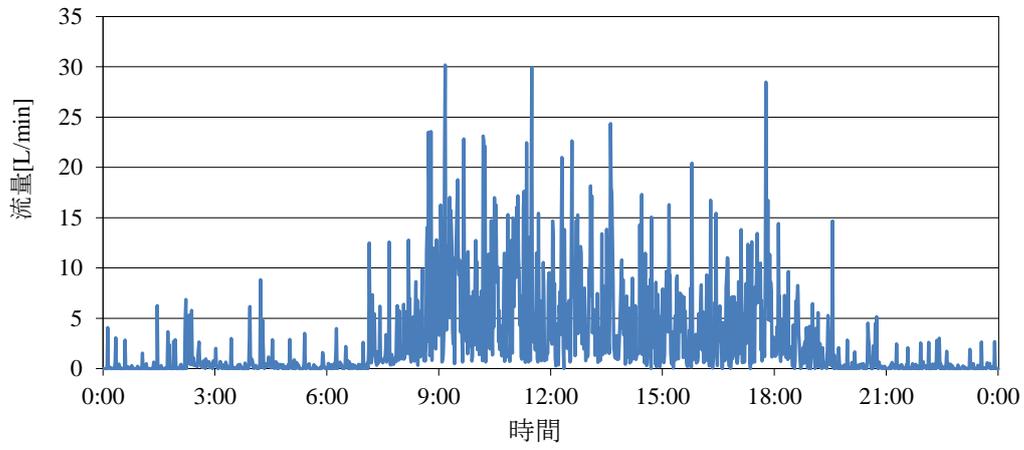


図 3. 2. 1-26 9月30日(火)の1minの積算値

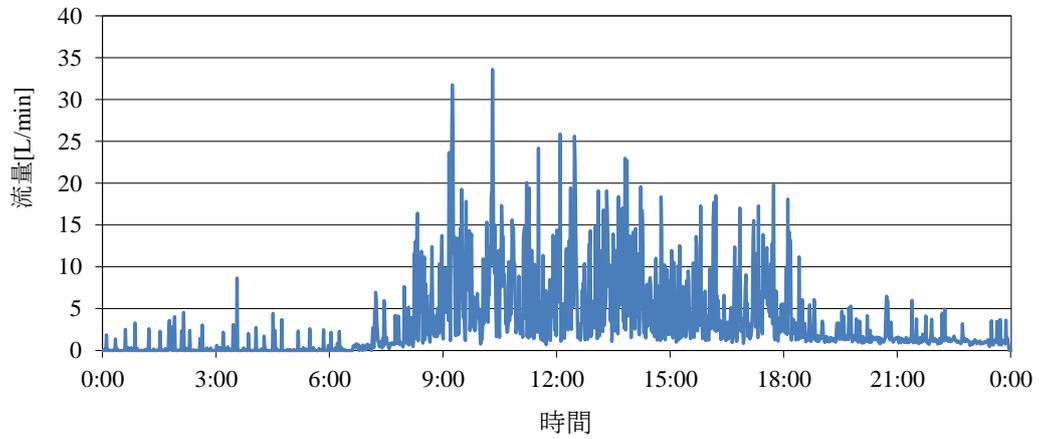


図 3. 2. 1-27 10月1日(水)の1minの積算値

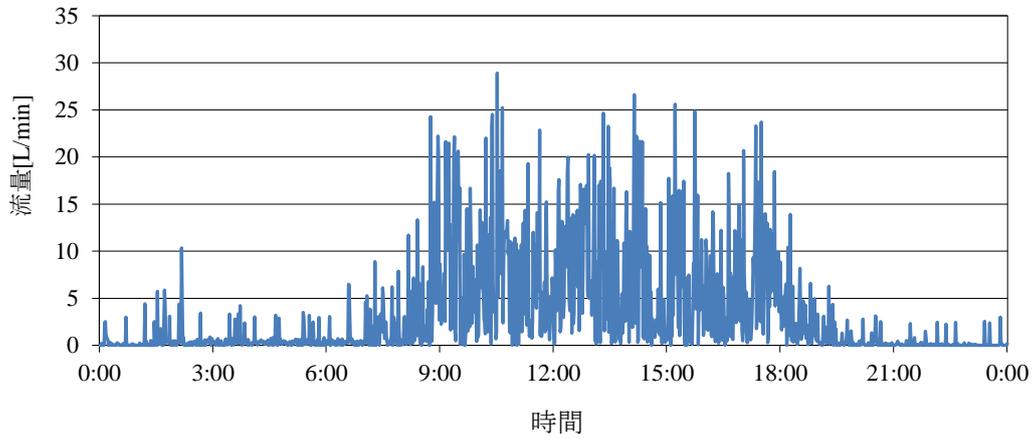


図 3. 2. 1-28 10月2日(木)の1minの積算値

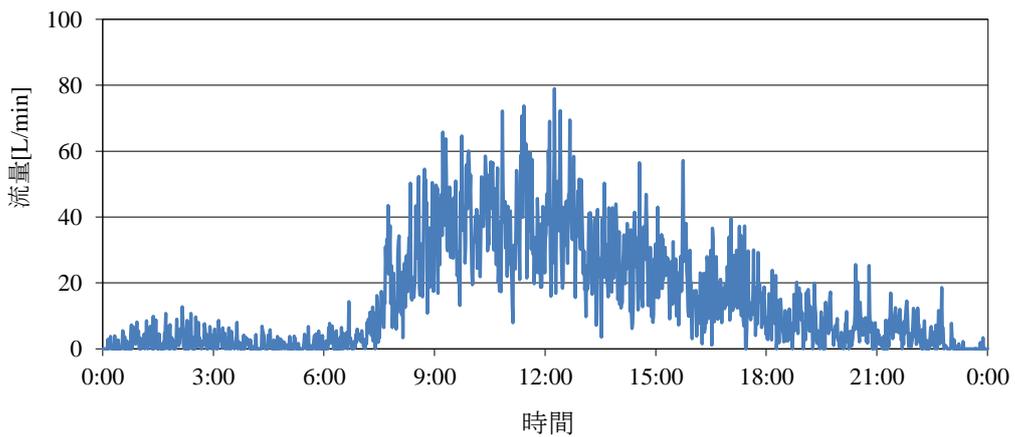


図 3. 2. 1-29 10月3日(金)の1minの積算値

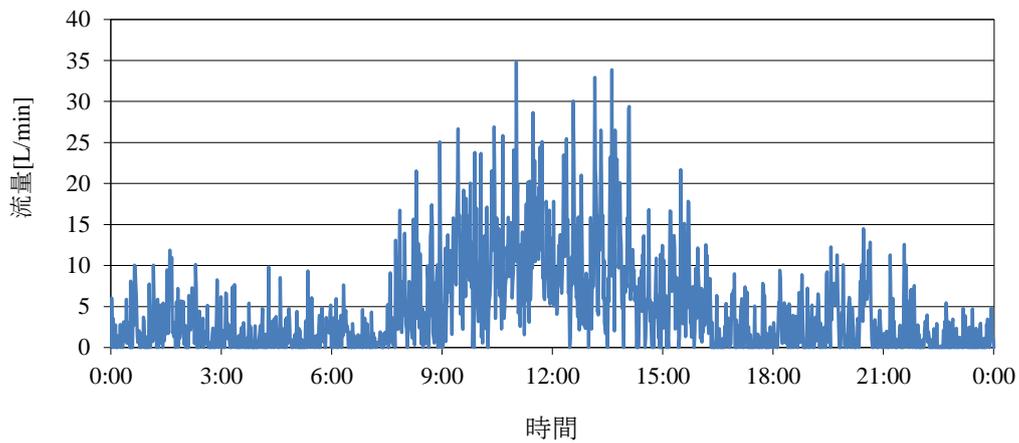


図 3. 2. 1-30 10月4日(土)の1minの積算値

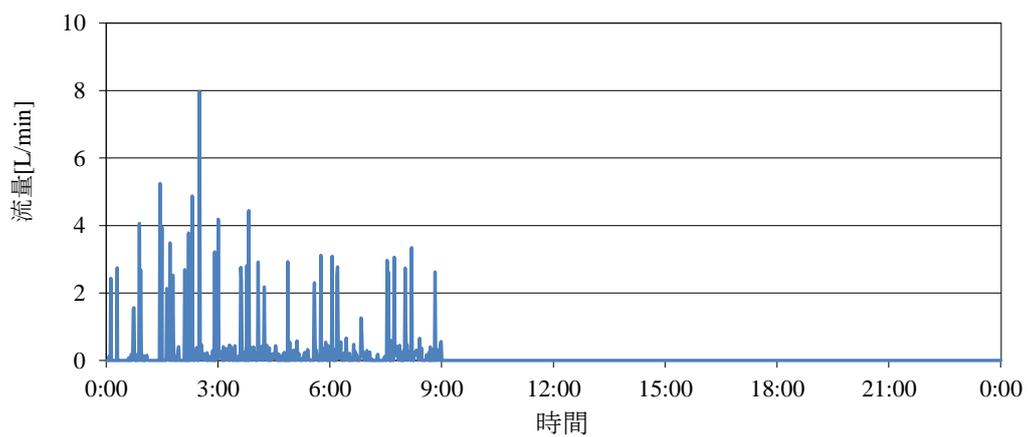


図 3. 2. 1-31 10月5日(日)の1minの積算値

⑤ B1~9 階における給水量

同様に実測による B1~9 階の平日 5 日間における平均値と実測値を表 3.2.1-12 に示す。また、流量変動を図 3.2.1-31~図 3.2.1-37 に示す。

表 3.2.1-12 B1 階から 9 階における実測値

種別	実測値							平日 5 日間の平均値
	9/29 (月)	9/30 (火)	10/1 (水)	10/2 (木)	10/3 (金)	10/4 (土)	10/5 (日)	
日給水量 [L/day]	1938	3389	2253	3250	3709	339	88	2908
瞬時最大給水量 [L/min]	28	28	33	25	39	8	8	31

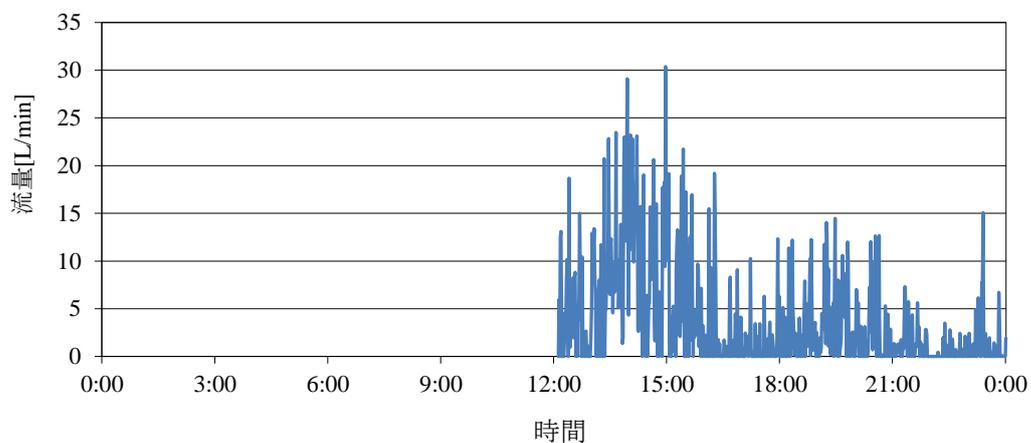


図 3.2.1-31 9月27日(土)の1minの積算値

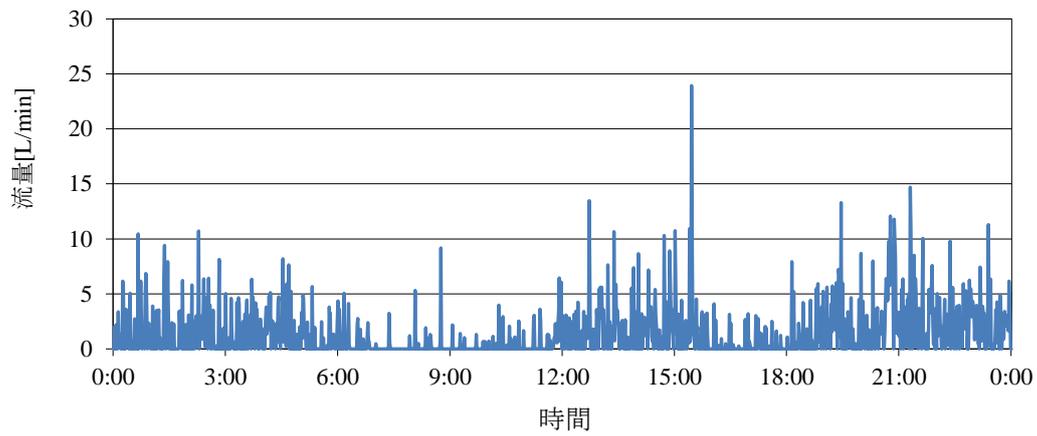


図 3. 2. 1-32 9月28日(日)の1minの積算値

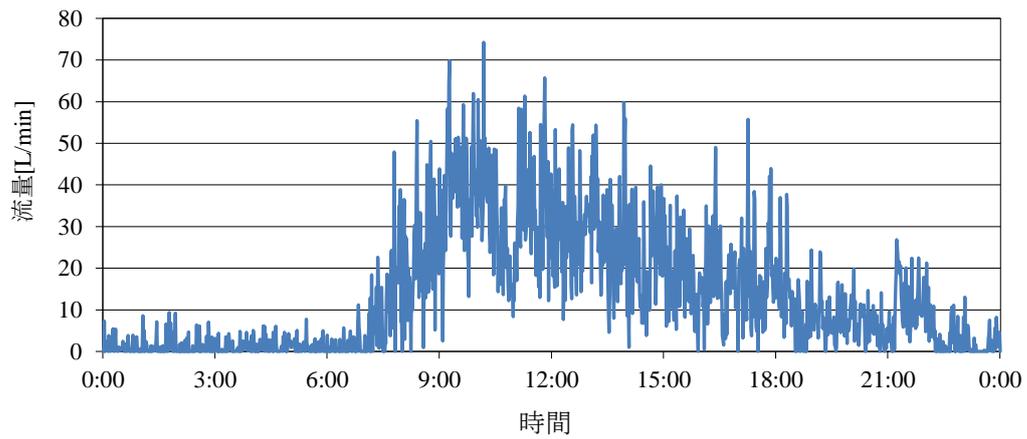


図 3. 2. 1-33 9月29日(月)の1minの積算値

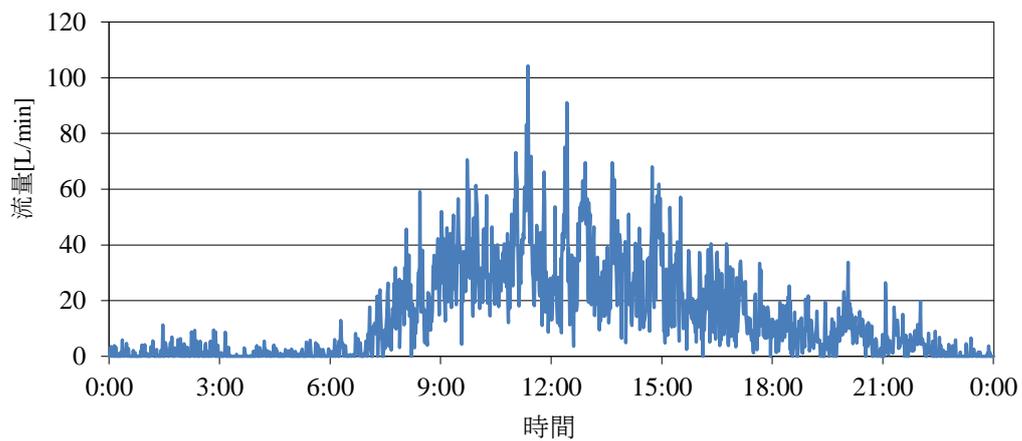


図 3. 2. 1-34 9月30日(火)の1minの積算値

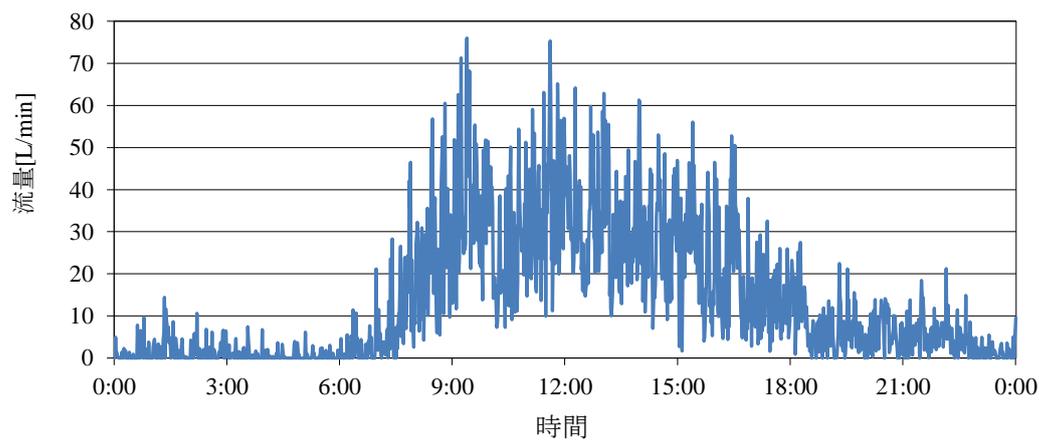


図 3. 2. 1-35 10月1日(水)の1minの積算値

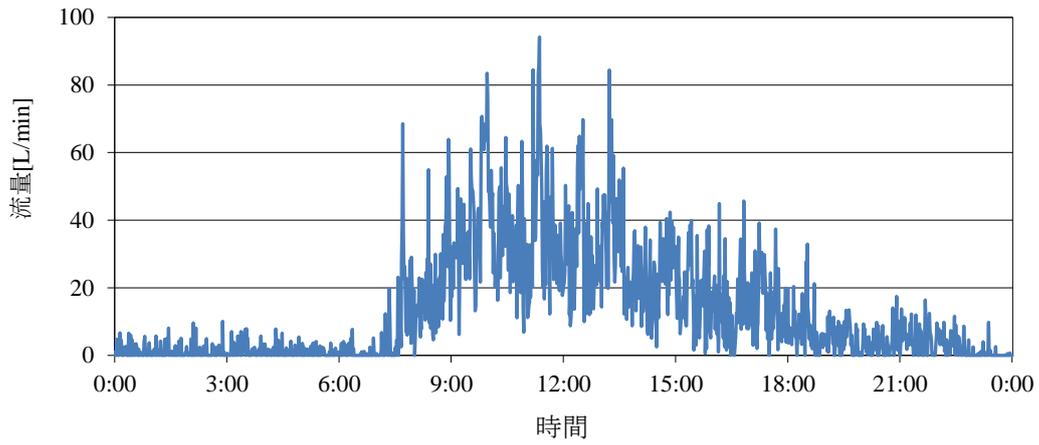


図 3. 2. 1-36 10月2日(木)の1minの積算値

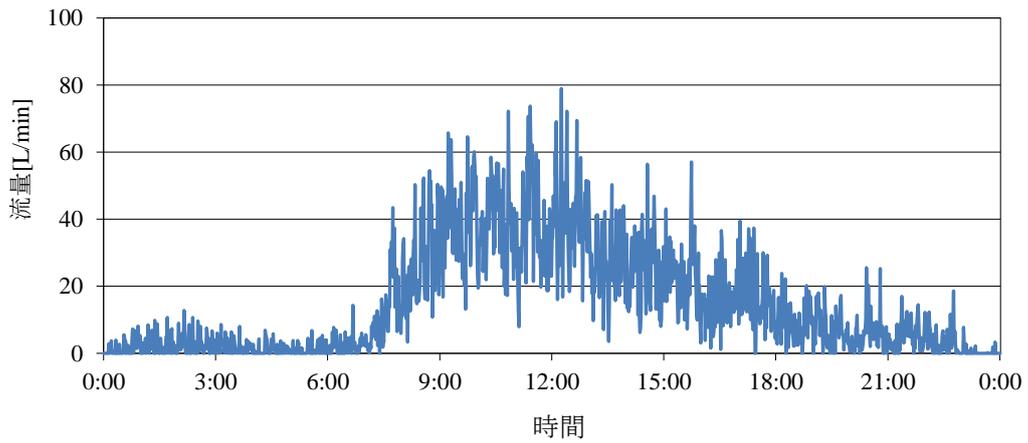


図 3. 2. 1-37 10月3日(金)の1minの積算値

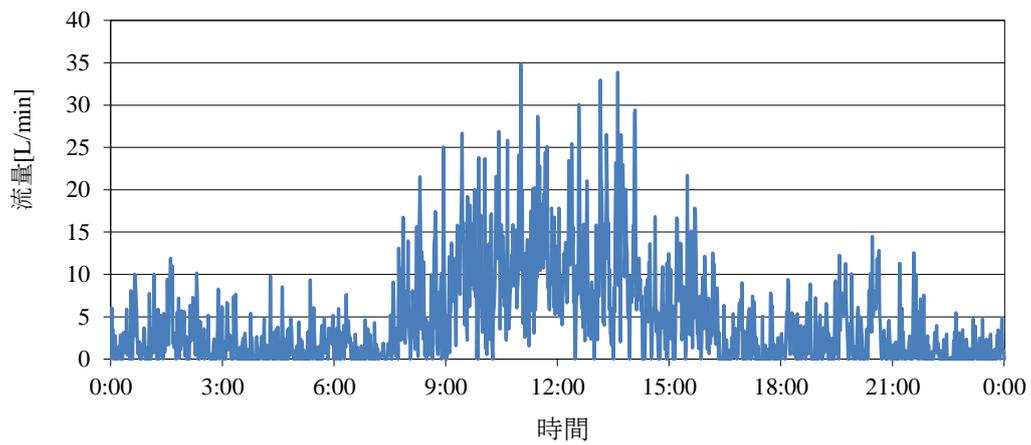


図 3.6-8 10月4日(土)の1minの積算値

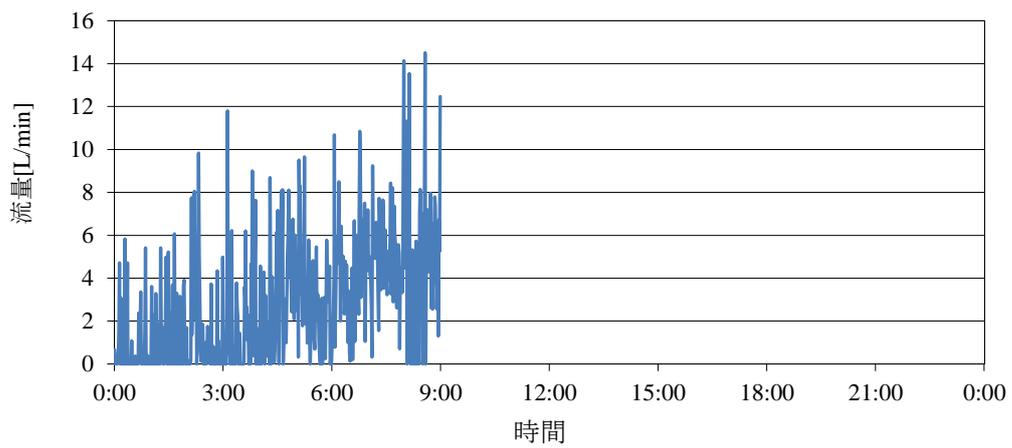


図 3.6-9 10月5日(日)の1minの積算値

3.2.2 従来法による算定値

設計基準による全階の算定結果を表 3.2.2-1～表 3.2.2-3 および図 3.2.2-1～図 3.2.2-2 に示す。
SHASE-S206 による算定結果を表 3.2.2-4～表 3.2.2-8 および図 3.2.2-3 に示す。

表 3.2.2-1 人員法による給水量の算定

階	室名	有効面積 [m ²]	人員密度	対象人員 [人]	CEILING	単位使用水 量[L/(人)・ d]	日使用 水量 [L/d]	使用時 間[h/d]	時間平均 使用水量 q _h [L/h]	
11	事務室	896.13	0.2	179.226	180	80	14400	8	1800	
10	事務室	896.13	0.2	179.226	180	80	14400	8	1800	
9	事務室	896.13	0.2	179.226	180	80	14400	8	1800	
8	事務室	896.13	0.2	179.226	180	80	14400	8	1800	
7	事務室	896.13	0.2	179.226	180	80	14400	8	1800	
6	事務室	896.13	0.2	179.226	180	80	14400	8	1800	
5	事務室	896.13	0.2	179.226	180	80	14400	8	1800	
4	事務室	896.13	0.2	179.226	180	80	14400	8	1800	
3	事務室	808.86	0.2	161.772	162	80	12960	8	1620	
2	事務室	808.86	0.2	161.772	162	80	12960	8	1620	
1	事務室	527.62	0.2	105.524	106	80	8480	8	1060	
B1	管理室	-	-	5	5	80	400	8	50	
合計		-	-	1867.8	1875	-	150000	-	18750	
日給水量 Q _d [L/d]		150000						150000		
時間平均予想給水量 Q _h [L/h]		150000/8						18750		
時間最大予想給水量 Q _{hm} [L/h]		18750*2						37500		
瞬時平均予想給水量 Q _m [L/min]		(37500*1.5)/60						937.5		

表 3.2.2-2 器具法による給水量の算定

給水器具に基づく給水量の算定				
	器具数 N [個]	使用水量 q [L/(回・個)]	一時間当たりの使用 回数の最大値[回・h]	時間最大給水量 q _{hm} [L/h]
大便器	67	10	12	8040
小便器	33	3	20	1980
洗面器	64	10	12	7680
掃除用流し	-	-	-	-
給湯室流し水栓	-	-	-	-
水栓	-	-	-	-
散水栓	-	-	-	-
合計	-	-	-	17700
時間最大予想給水量 Q _{hm} [L/h]			17700	17700
時間平均予想給水量 Q _h [L/h]			17700/2	8850
日給水量 Q _d [L/d]			8850*8	70800
瞬時平均予想給水量 Q _m [L/h]			(17700*2.5)/60	737.5

表 3.2.2-3 設計基準による全階の算定結果

種別	人員法	器具法
Q _{day} [L/day]	150000	73680
Q _{max} [L/min]	937.5	767.5

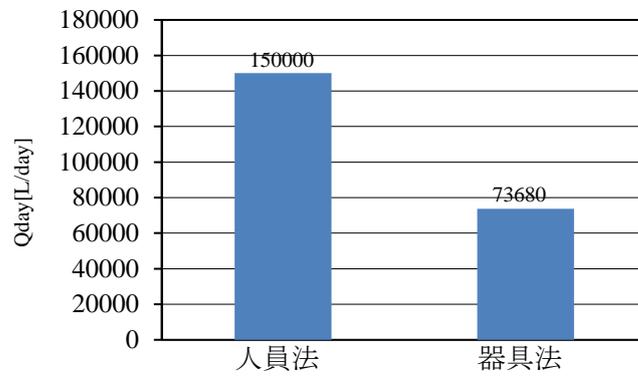


図 3. 2. 2-1 設計基準より求めた値

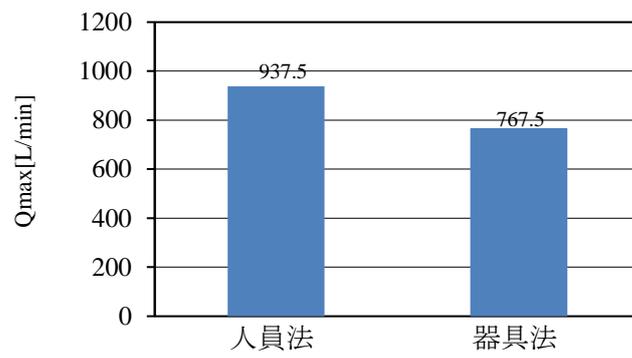


図 3. 2. 2-2 設計基準より求めた値

表 3.2.2-4-1 水使用時間率と器具給水単位による算定法(1)

積み上げ階数[F]	室名	器具名	設置器具数[個]			器具給水単位	qm[L/min]	Qm[L/min]
			設置個数	累計	補正個数			
B1-11	男子便所	大便器	3	32	14	1.4	274.40	1080.80
		小便器	3	33	14	2	392.00	
		洗面器	3	32	13	0.2	36.40	
	女子便所	大便器	3	33	14	1.4	274.40	
		洗面器	3	32	13	0.2	36.40	
	掃除流し	掃除流し	1	12	12	3	504.00	
	給湯室	流し	1	10	10	1	140.00	
B1-10	男子便所	大便器	3	29	13	1.4	254.80	998.20
		小便器	3	30	13	2	364.00	
		洗面器	3	29	13	0.2	36.40	
	女子便所	大便器	3	30	13	1.4	254.80	
		洗面器	3	29	13	0.2	36.40	
	掃除流し	掃除流し	1	11	11	3	462.00	
	給湯室	流し	1	9	9	1	126.00	
B1-9	男子便所	大便器	3	26	12	1.4	235.20	912.80
		小便器	3	27	12	2	336.00	
		洗面器	3	26	12	0.2	33.60	
	女子便所	大便器	3	27	12	1.4	235.20	
		洗面器	3	26	12	0.2	33.60	
	掃除流し	掃除流し	1	10	10	3	420.00	
	給湯室	流し	1	8	8	1	112.00	
B1-8	男子便所	大便器	3	23	11	1.4	215.60	827.40
		小便器	3	24	11	2	308.00	
		洗面器	3	23	11	0.2	30.80	
	女子便所	大便器	3	24	11	1.4	215.60	
		洗面器	3	23	11	0.2	30.80	
	掃除流し	掃除流し	1	9	9	3	378.00	
	給湯室	流し	1	7	7	1	98.00	
B1-7	男子便所	大便器	3	20	10	1.4	196.00	742.00
		小便器	3	21	10	2	280.00	
		洗面器	3	20	10	0.2	28.00	
	女子便所	大便器	3	21	10	1.4	196.00	
		洗面器	3	20	10	0.2	28.00	
	掃除流し	掃除流し	1	8	8	3	336.00	
	給湯室	流し	1	6	6	1	84.00	
B1-6	男子便所	大便器	3	17	9	1.4	176.40	656.60
		小便器	3	18	9	2	252.00	
		洗面器	3	17	9	0.2	25.20	
	女子便所	大便器	3	18	9	1.4	176.40	
		洗面器	3	17	9	0.2	25.20	
	掃除流し	掃除流し	1	7	7	3	294.00	
	給湯室	流し	1	5	5	1	70.00	
B1-5	男子便所	大便器	3	14	8	1.4	156.80	571.20
		小便器	3	15	8	2	224.00	
		洗面器	3	14	8	0.2	22.40	
	女子便所	大便器	3	15	8	1.4	156.80	
		洗面器	3	14	8	0.2	22.40	
	掃除流し	掃除流し	1	6	6	3	252.00	
	給湯室	流し	1	4	4	1	56.00	

表 3.2.2-4-2 水使用時間率と器具給水単位による算定法(2)

積み上げ階数[F]	室名	器具名	設置器具数[個]			器具給水単位	q _m [L/min]	Q _m [L/min]	
			設置個数	累計	補正個数				
B1-4	男子便所	大便器	3	11	7	1.4	137.20	487.20	
		小便器	3	12	7	2	196.00		
		洗面器	3	11	7	0.2	19.60		
	女子便所	大便器	3	12	7	1.4	137.20		
		洗面器	3	11	8	0.2	22.40		
		掃除流し	掃除流し	1	5	5	3		210.00
給湯室	流し	1	3	3	1	42.00			
B1-3	男子便所	大便器	3	8	7	1.4	137.20	450.80	
		小便器	3	9	7	2	196.00		
		洗面器	3	8	7	0.2	19.60		
	女子便所	大便器	3	9	7	1.4	137.20		
		洗面器	3	8	7	0.2	19.60		
		掃除流し	掃除流し	1	4	4	3		168.00
給湯室	流し	1	2	2	1	28.00			
B1-2	男子便所	大便器	3	5	6	1.4	117.60	462.00	
		小便器	4	6	7	2	196.00		
		洗面器	3	5	5	0.2	14.00		
	女子便所	大便器	4	6	8	1.4	156.80		
		洗面器	3	5	6	0.2	16.80		
		掃除流し	掃除流し	1	3	3	3		126.00
	給湯室	流し	1	1	1	1	14.00		
	多目的便所	大便器	1	2	2	1.4	39.20		
洗面器		1	2	2	0.2	5.60			
掃除流し		掃除流し	1	2	1	3	42.00		
B1-1	男子便所	大便器	1	2	2	1.4	39.20	163.80	
		小便器	1	2	1	2	28.00		
		洗面器	1	2	1	0.2	2.80		
	女子便所	大便器	1	2	1	1.4	19.60		
		洗面器	1	2	2	0.2	5.60		
		掃除流し	掃除流し	1	2	2	3		84.00
	給湯室	流し	0	0	0	1	0.00		
	多目的便所	大便器	1	1	1	1.4	19.60		
洗面器		1	1	1	0.2	2.80			
掃除流し		掃除流し	1	1	1	3	42.00		
B1	男子便所	大便器	1	1	1	1.4	19.60	78.40	
		小便器	1	1	1	2	28.00		
		洗面器	1	1	1	0.2	2.80		
	女子便所	大便器	1	1	1	1.4	19.60		
		洗面器	1	1	1	0.2	2.80		
		掃除流し	掃除流し	1	1	1	3		42.00
給湯室	流し	0	0	0	1	0.00			

表 3.2.2-5-1 新給水単位による算定方法(1)

積み上げ階数[F]	室名	器具名	設置器具数[個]	新給水負荷単位	小計	合計	累計	Qmax[L/min]
B1-11	男子便所	大便器	3	5	15	57	635	600
		小便器	3	3	9			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	女子便所	大便器	3	8	24			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	掃除流し	掃除流し	1	-	0			
	給湯室	流し	1	-	0			
B1-10	男子便所	大便器	3	5	15	57	578	550
		小便器	3	3	9			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	女子便所	大便器	3	8	24			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	掃除流し	掃除流し	1	-	0			
	給湯室	流し	1	-	0			
B1-9	男子便所	大便器	3	5	15	57	521	520
		小便器	3	3	9			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	女子便所	大便器	3	8	24			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	掃除流し	掃除流し	1	-	0			
	給湯室	流し	1	-	0			
B1-8	男子便所	大便器	3	5	15	57	464	500
		小便器	3	3	9			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	女子便所	大便器	3	8	24			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	掃除流し	掃除流し	1	-	0			
	給湯室	流し	1	-	0			
B1-7	男子便所	大便器	3	5	15	57	407	480
		小便器	3	3	9			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	女子便所	大便器	3	8	24			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	掃除流し	掃除流し	1	-	0			
	給湯室	流し	1	-	0			
B1-6	男子便所	大便器	3	5	15	57	350	450
		小便器	3	3	9			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	女子便所	大便器	3	8	24			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	掃除流し	掃除流し	1	-	0			
	給湯室	流し	1	-	0			
B1-5	男子便所	大便器	3	5	15	57	293	420
		小便器	3	3	9			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	女子便所	大便器	3	8	24			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	掃除流し	掃除流し	1	-	0			
	給湯室	流し	1	-	0			
B1-4	男子便所	大便器	3	5	15	57	236	380
		小便器	3	3	9			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	女子便所	大便器	3	8	24			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	掃除流し	掃除流し	1	-	0			
	給湯室	流し	1	-	0			

表 3.2.2-5-2 新給水単位による算定方法 (2)

積み上げ階数[F]	室名	器具名	設置器具数[個]	新給水負荷単位	小計	合計	累計	Qmax[L/min]
B1-3	男子便所	大便器	3	5	15	57	179	350
		小便器	3	3	9			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	女子便所	大便器	3	8	24			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	掃除流し	掃除流し	1	-	0			
給湯室	流し	1	-	0				
B1-2	男子便所	大便器	3	5	15	76	122	310
		小便器	4	3	12			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	女子便所	大便器	4	8	32			
		洗面器	3	1.5	4.5			
	掃除流し	掃除流し	1	-	0			
	給湯室	流し	1	-	0			
	多目的便所	大便器	1	6.5	6.5			
		洗面器	1	1.5	1.5			
掃除流し		1	-	0				
B1-1	男子便所	大便器	1	5	5	27	46	240
		小便器	1	3	3			
		洗面器	1	1.5	1.5			
	女子便所	大便器	1	8	8			
		洗面器	1	1.5	1.5			
	掃除流し	掃除流し	1	-	0			
	給湯室	流し	0	-	0			
	多目的便所	大便器	1	6.5	6.5			
		洗面器	1	1.5	1.5			
掃除流し		1	-	0				
B1	男子便所	大便器	1	5	5	19	19	200
		小便器	1	3	3			
		洗面器	1	1.5	1.5			
	女子便所	大便器	1	8	8			
		洗面器	1	1.5	1.5			
	掃除流し	掃除流し	1	-	0			
	給湯室	流し	0	-	0			

表 3. 2. 2-6-1 器具利用から予測する算定方法 (1)

積み上げ階数[F]	室名	器具名	設置器具数[個]	累計[個]	瞬時最大給水流量[L/min]	同時使用率[%]	流量[L/min]	Qmax[L/min]
11	男子便所	大便器	3	32	20	19	121.6	1091
		小便器	3	33	30	40.125	397.2375	
		洗面器	3	32	10	40	128	
	女子便所	大便器	3	33	20	18.75	123.75	
		洗面器	3	32	10	40	128	
	掃除流し	掃除流し	1	12	20	48	115.2	
	給湯室	流し	1	10	15	51.5	77.25	
10	男子便所	大便器	3	29	20	20.5	118.9	1021
		小便器	3	30	30	40.5	364.5	
		洗面器	3	29	10	40.75	118.175	
	女子便所	大便器	3	30	20	20	120	
		洗面器	3	29	10	40.75	118.175	
	掃除流し	掃除流し	1	11	20	49.75	109.45	
	給湯室	流し	1	9	15	53.25	71.8875	
9	男子便所	大便器	3	26	20	22	114.4	949
		小便器	3	27	30	41.25	334.125	
		洗面器	3	26	10	41.5	107.9	
	女子便所	大便器	3	27	20	21.5	116.1	
		洗面器	3	26	10	41.5	107.9	
	掃除流し	掃除流し	1	10	20	51.5	103	
	給湯室	流し	1	8	15	55	66	
8	男子便所	大便器	3	23	20	23.5	108.1	873
		小便器	3	24	30	42	302.4	
		洗面器	3	23	10	42.38	97.474	
	女子便所	大便器	3	24	20	23	110.4	
		洗面器	3	23	10	42.38	97.474	
	掃除流し	掃除流し	1	9	20	53.25	95.85	
	給湯室	流し	1	7	15	58.75	61.6875	
7	男子便所	大便器	3	20	20	25	100	793
		小便器	3	21	30	43.13	271.719	
		洗面器	3	20	10	43.5	87	
	女子便所	大便器	3	21	20	24.5	102.9	
		洗面器	3	20	10	43.5	87	
	掃除流し	掃除流し	1	8	20	55	88	
	給湯室	流し	1	6	15	62.5	56.25	
6	男子便所	大便器	3	17	20	26.5	90.1	704
		小便器	3	18	30	44.25	238.95	
		洗面器	3	17	10	44.63	75.871	
	女子便所	大便器	3	18	20	26	93.6	
		洗面器	3	17	10	44.63	75.871	
	掃除流し	掃除流し	1	7	20	58.75	82.25	
	給湯室	流し	1	5	15	62.5	46.875	
5	男子便所	大便器	3	14	20	28.5	79.8	614
		小便器	3	15	30	45.75	205.875	
		洗面器	3	14	10	46.5	65.1	
	女子便所	大便器	3	15	20	27.75	83.25	
		洗面器	3	14	10	46.5	65.1	
	掃除流し	掃除流し	1	6	20	62.5	75	
	給湯室	流し	1	4	15	66.25	39.75	

表 3.2.2-6-2 器具利用から予測する算定方法 (2)

積み上げ階数[F]	室名	器具名	設置器具数[個]	累計[個]	瞬時最大給水流量[L/min]	同時使用率[%]	流量[L/min]	Qmax[L/min]
4	男子便所	大便器	3	11	20	32.5	71.5	524
		小便器	3	12	30	48	172.8	
		洗面器	3	11	10	49.75	54.725	
	女子便所	大便器	3	12	20	30	72	
		洗面器	3	11	10	49.75	54.725	
	掃除流し	掃除流し	1	5	20	66.25	66.25	
給湯室	流し	1	3	15	70	31.5		
3	男子便所	大便器	3	8	20	40	64	445
		小便器	3	9	30	53.25	143.775	
		洗面器	3	8	10	55	44	
	女子便所	大便器	3	9	20	37.5	67.5	
		洗面器	3	8	10	55	44	
	掃除流し	掃除流し	1	4	20	70	56	
給湯室	流し	1	2	15	85	25.5		
2	男子便所	大便器	3	5	20	47.5	47.5	426
		小便器	4	6	30	62.5	112.5	
		洗面器	3	5	10	66.25	33.125	
	女子便所	大便器	4	6	20	45	54	
		洗面器	3	5	10	66.25	33.125	
	掃除流し	掃除流し	1	3	20	85	51	
	給湯室	流し	1	1	15	100	15	
	多目的便所	大便器	1	2	20	50	20	
		洗面器	1	2	10	100	20	
掃除流し		1	2	20	100	40		
1	男子便所	大便器	1	2	20	50	20	230
		小便器	1	2	30	100	60	
		洗面器	1	2	10	100	20	
	女子便所	大便器	1	2	20	50	20	
		洗面器	1	2	10	100	20	
	掃除流し	掃除流し	1	2	20	100	40	
	給湯室	流し	0	0	15	0	0	
	多目的便所	大便器	1	1	20	100	20	
		洗面器	1	1	10	100	10	
掃除流し		1	1	20	100	20		
B1	男子便所	大便器	1	1	20	100	20	110
		小便器	1	1	30	100	30	
		洗面器	1	1	10	100	10	
	女子便所	大便器	1	1	20	100	20	
		洗面器	1	1	10	100	10	
	掃除流し	掃除流し	1	1	20	100	20	
給湯室	流し	0	0	15	0	0		

表 3.2.2-7-1 器具給水負荷単位による算定方法(1)

積み上げ階数[F]	室名	器具名	設置器具数[個]	給水負荷単位	小計	合計	累計	Qmax[L/min]
B1-11	男子便所	大便器	3	10	30	94	1053	830.6
		小便器	3	5	15			
		洗面器	3	2	6			
	女子便所	大便器	3	10	30			
		洗面器	3	2	6			
	掃除流し	掃除流し	1	4	4			
	給湯室	流し	1	3	3			
B1-10	男子便所	大便器	3	10	30	94	959	766.4
		小便器	3	5	15			
		洗面器	3	2	6			
	女子便所	大便器	3	10	30			
		洗面器	3	2	6			
	掃除流し	掃除流し	1	4	4			
	給湯室	流し	1	3	3			
B1-9	男子便所	大便器	3	10	30	94	865	701.3
		小便器	3	5	15			
		洗面器	3	2	6			
	女子便所	大便器	3	10	30			
		洗面器	3	2	6			
	掃除流し	掃除流し	1	4	4			
	給湯室	流し	1	3	3			
B1-8	男子便所	大便器	3	10	30	94	771	635.2
		小便器	3	5	15			
		洗面器	3	2	6			
	女子便所	大便器	3	10	30			
		洗面器	3	2	6			
	掃除流し	掃除流し	1	4	4			
	給湯室	流し	1	3	3			
B1-7	男子便所	大便器	3	10	30	94	677	568
		小便器	3	5	15			
		洗面器	3	2	6			
	女子便所	大便器	3	10	30			
		洗面器	3	2	6			
	掃除流し	掃除流し	1	4	4			
	給湯室	流し	1	3	3			
B1-6	男子便所	大便器	3	10	30	94	583	499.4
		小便器	3	5	15			
		洗面器	3	2	6			
	女子便所	大便器	3	10	30			
		洗面器	3	2	6			
	掃除流し	掃除流し	1	4	4			
	給湯室	流し	1	3	3			
B1-5	男子便所	大便器	3	10	30	94	489	429.3
		小便器	3	5	15			
		洗面器	3	2	6			
	女子便所	大便器	3	10	30			
		洗面器	3	2	6			
	掃除流し	掃除流し	1	4	4			
	給湯室	流し	1	3	3			

表 3. 2. 2-7-2 器具給水負荷単位による算定方法 (2)

積み上げ階数[F]	室名	器具名	設置器具数[個]	給水負荷単位	小計	合計	累計	Qmax[L/min]
B1-4	男子便所	大便器	3	10	30	94	395	357.3
		小便器	3	5	15			
		洗面器	3	2	6			
	女子便所	大便器	3	10	30			
		洗面器	3	2	6			
	掃除流し	掃除流し	1	4	4			
給湯室	流し	1	3	3				
B1-3	男子便所	大便器	3	10	30	94	301	282.8
		小便器	3	5	15			
		洗面器	3	2	6			
	女子便所	大便器	3	10	30			
		洗面器	3	2	6			
	掃除流し	掃除流し	1	4	4			
給湯室	流し	1	3	3				
B1-2	男子便所	大便器	3	10	30	125	207	204.9
		小便器	4	5	20			
		洗面器	3	2	6			
	女子便所	大便器	4	10	40			
		洗面器	3	2	6			
	掃除流し	掃除流し	1	4	4			
	給湯室	流し	1	3	3			
	多目的便所	大便器	1	10	10			
		洗面器	1	2	2			
掃除流し		1	4	4				
B1-1	男子便所	大便器	1	10	10	49	82	92.4
		小便器	1	5	5			
		洗面器	1	2	2			
	女子便所	大便器	1	10	10			
		洗面器	1	2	2			
	掃除流し	掃除流し	1	4	4			
	給湯室	流し	0	3	0			
	多目的便所	大便器	1	10	10			
		洗面器	1	2	2			
掃除流し		1	4	4				
B1	男子便所	大便器	1	10	10	33	33	42.2
		小便器	1	5	5			
		洗面器	1	2	2			
	女子便所	大便器	1	10	10			
		洗面器	1	2	2			
	掃除流し	掃除流し	1	4	4			
	給湯室	流し	0	3	0			

表 3. 2. 2-8 SHASE-S206 で求めた Qmax

瞬時最大負荷流量 Q _{max} [L/min]			
水使用時間率と 給水単位	新給水単位	器具利用率	給水単位
1133	600	1134	880

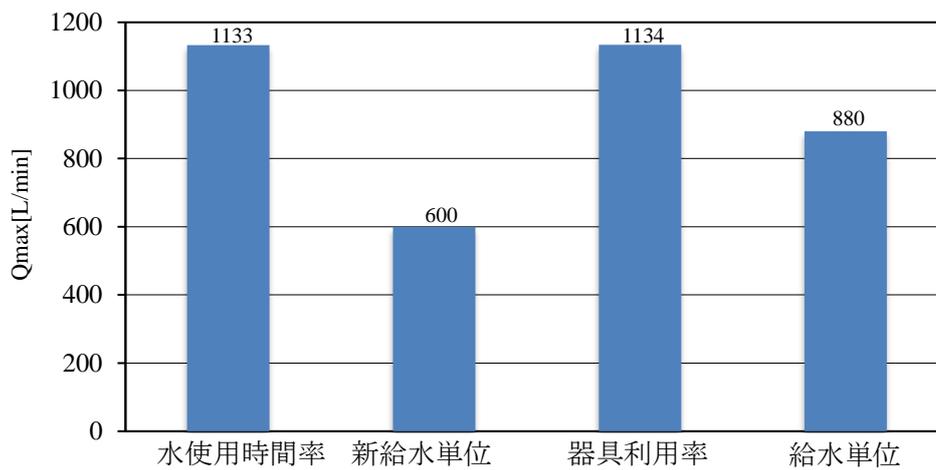


図 3. 2. 2-3 SHASE-S206 により求めた Qmax

設計基準による 11 階の算定結果を表 3.2.2-9～表 3.2.2-11 および図 3.2.2-4～図 3.2.2-5 に示す。
SHASE-S206 による算定結果を表 3.2.2-12 および図 3.2.2-6 に示す。

表 3.2.2-9 人員法による給水量の算定

階	室名	対象 人員 [人]	単位使用水量 q [L/ (人・d)]	日使用水量 q_d [L/d]	使用時間 [h/d]	時間平均 使用水量 q_h [L/h]
11	事務室	183	80	14400	8	1800
Qday[L/d]			14400			14400
時間平均予想給水量 Q_h [L/h]			14400/8			1800
時間最大予想給水量 Q_{hm} [L/h]			1800*2			3600
Qmax[L/min]			(3600*1.5)/60			90

表 3.2.2-10 器具法による給水量の算定

	器具数 N [個]	使用水量 q [L/ (回・個)]	1 時間当たりの使用 回数の最大値[回・h]	時間最大 給水量 q_{hm} [L/h]
大便器	6	10	12	720
小便器	3	3	20	180
洗面器	6	10	12	720
掃除用流し	1	-	-	-
給湯室流し水栓	1	-	-	-
水栓	-	-	-	-
散水栓	-	-	-	-
合計	-	-	1	1620
時間最大予想給水量 Q_{hm} [L/h]		1620		1620
時間平均予想給水量 Q_h [L/h]		1620/2		810
Qday[L/d]		810*8		6480
Qmax[L/min]		(6480*2.5)/60		67.5

表 3.2.2-11 設計基準による 11 階の算定結果

	人員法	器具法
Qday[L/day]	14400	6480
Qmax[L/min]	90	67.5

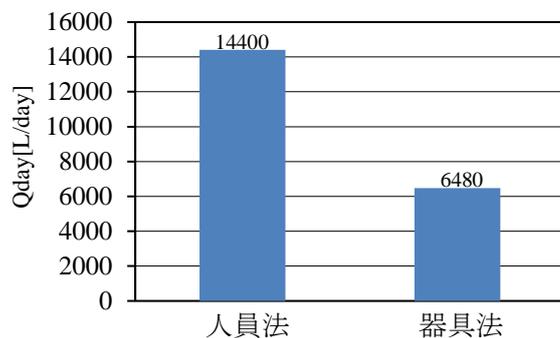


図 3. 2. 2-4 設計基準より求めた Qday

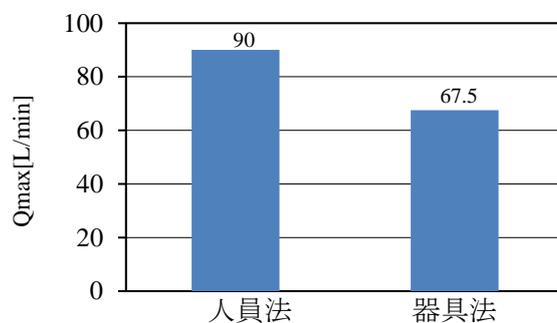


図 3. 2. 2-5 設計基準より求めた Qmax

表 3. 2. 2-12 SHASE-S206 で求めた Qmax

瞬時最大負荷流量 Q_m [L/min]			
水使用時間率と 給水単位	新給水単位	器具利用率	給水単位
179.2	75	110	260

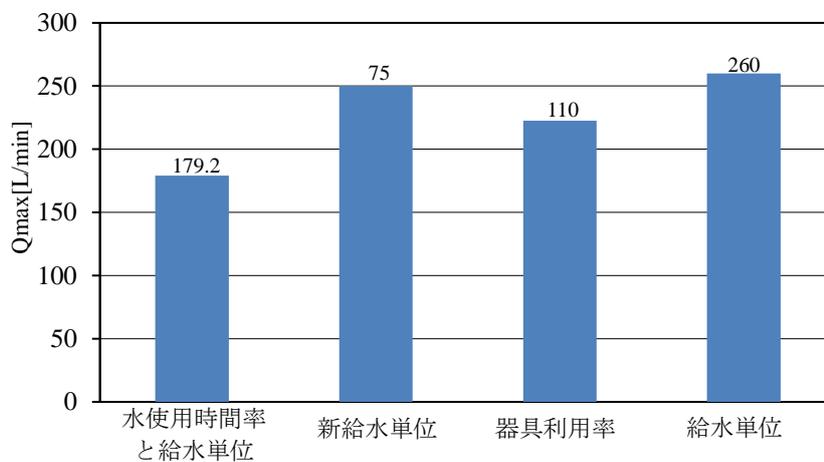


図 3. 2. 2-6 SHASE-S206 より求めた Qmax

設計基準による10階の算定結果を表3.2.2-13～表3.2.2-15および図3.2.2-7～図3.2.2-8に示す。
SHASE-S206による算定結果を表3.2.2-16および図3.2.2-9に示す。

表 3. 2. 2-13 人員法による給水量の算定

階	室名	対象 人員 [人]	単位使用水量 q [L/ (人・d)]	日使用水量 q_d [L/d]	使用時間 [h/d]	時間平均 使用水量 q_h [L/h]
11	事務室	183	80	14400	8	1800
Qday[L/d]			14400			14400
時間平均予想給水量 Q_h [L/h]			14400/8			1800
時間最大予想給水量 Q_{hm} [L/h]			1800*2			3600
Qmax[L/min]			(3600*1.5)/60			90

表 3. 2. 2-14 器具法による給水量の算定

	器具数 N [個]	使用水量 q [L/ (回・個)]	1時間当たりの使用 回数の最大値[回・h]	時間最大 給水量 q_{hm} [L/h]
大便器	6	10	12	720
小便器	3	3	20	180
洗面器	6	10	12	720
掃除用流し	1	-	-	-
給湯室流し水栓	1	-	-	-
水栓	-	-	-	-
散水栓	-	-	-	-
合計	-	-	1	1620
時間最大予想給水量 Q_{hm} [L/h]		1620		1620
時間平均予想給水量 Q_h [L/h]		1620/2		810
Qday[L/d]		810*8		6480
Qmax[L/min]		(6480*2.5)/60		67.5

表 3. 2. 2-15 設計基準による11階の算定結果

	人員法	器具法
Qday[L/day]	14400	6480
Qmax[L/min]	90	67.5

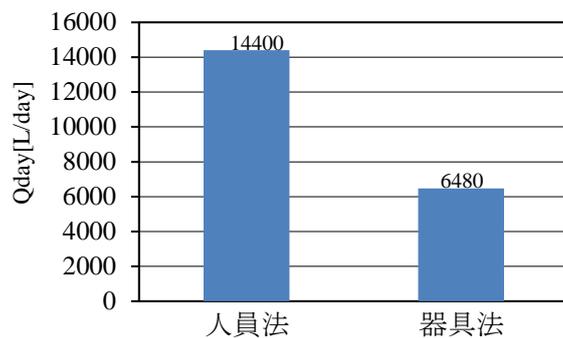


図 3. 2. 2-7 設計基準より求めた Qday

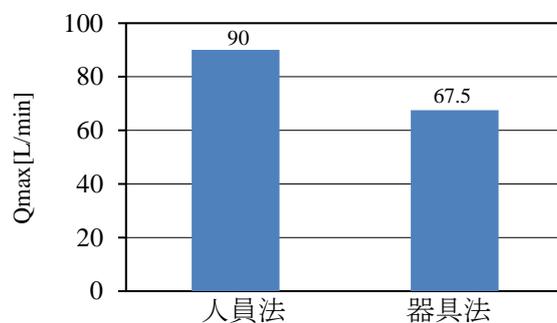


図 3. 2. 2-8 設計基準より求めた Qmax

3. 2. 2-16 SHASE-S206 で求めた Qmax

瞬時最大負荷流量 Q_m [L/min]			
水使用時間率と 給水単位	新給水単位	器具利用率	給水単位
179.2	75	110	260

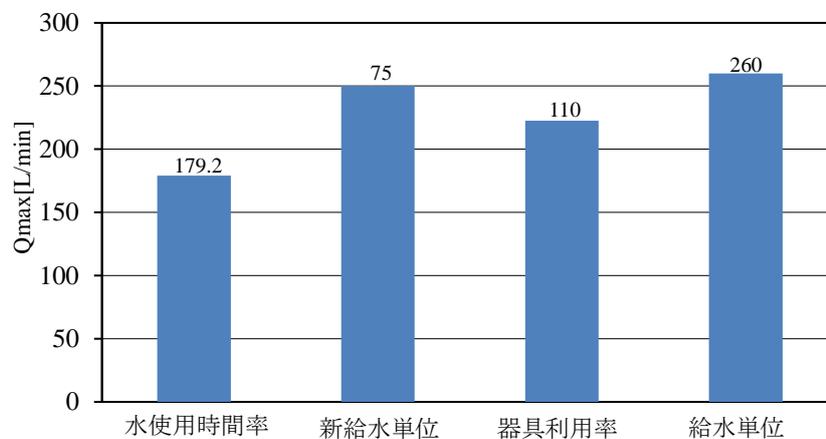


図 3. 2. 2-9 SHASE-S206 より求めた Qmax

設計基準による B1~9 階の算定結果を表 3.2.2-17~表 3.2.2-19 および図 3.2.2-10~図 3.2.2-11 に示す。SHASE-S206 による算定結果を表 3.2.2-20 および図 3.2.2-12 に示す。

表 3.2.2-17 給水量の算定

階	室名	有効面積 [m ²]	人員密度	対象人員 [人]	CEILING	単位使用水量 [L/(人)・d]	日使用水量 [L/d]	使用時間 [h/d]	時間平均使用水量 q _h [L/h]
9	事務室	896.13	0.2	179.226	180	80	14400	8	1800
8	事務室	896.13	0.2	179.226	180	80	14400	8	1800
7	事務室	896.13	0.2	179.226	180	80	14400	8	1800
6	事務室	896.13	0.2	179.226	180	80	14400	8	1800
5	事務室	896.13	0.2	179.226	180	80	14400	8	1800
4	事務室	896.13	0.2	179.226	180	80	14400	8	1800
3	事務室	808.86	0.2	161.772	162	80	12960	8	1620
2	事務室	808.86	0.2	161.772	162	80	12960	8	1620
1	事務室	527.62	0.2	105.524	106	80	8480	8	1060
B1	管理室	-	-	5	5	80	400	8	50
合計		-	-	1509.4	1515	-	121200	-	15150
日給水量 Q _d [L/d]		121200							
時間平均予想給水量 Q _h [L/h]		15150							
時間最大予想給水量 Q _{hm} [L/h]		30300							
瞬時平均予想給水量 Q _m [L/min]		757.5							

表 3.2.2-18 器具法による給水量の算定

給水器具に基づく給水量の算定				
	器具数 N [個]	使用水量 q [L/(回・個)]	一時間当たりの使用回数の最大値 [回・h]	時間最大給水量 q _{hm} [L/h]
大便器	61	10	12	7320
小便器	27	3	20	1620
洗面器	54	10	12	6480
掃除用流し	12	-	-	0
給湯室流し水栓	14	-	-	0
水栓	3	-	-	0
散水栓	2	-	-	0
合計	-	-	-	15420
時間最大予想給水量 Q _{hm} [L/h]			15420	15420
時間平均予想給水量 Q _h [L/h]			15420/2	7710
日給水量 Q _d [L/d]			7710*8	61680
瞬時平均予想給水量 Q _m [L/h]			(61680*2.5)/60	642.5

表 3.2.2-3 設計基準による全階の算定結果

種別	人員法	器具法
Q _{day} [L/day]	121200	61680
Q _{max} [L/min]	757.5	642.5

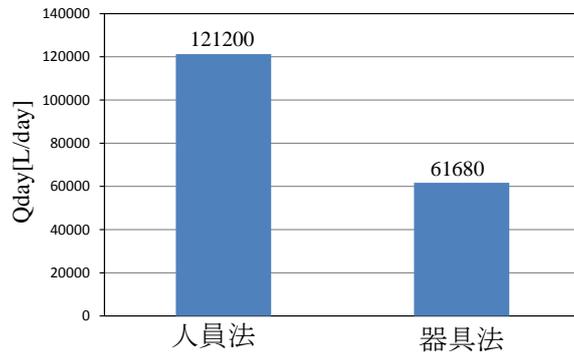


図 3. 2. 2-10 設計基準より求めた Qday

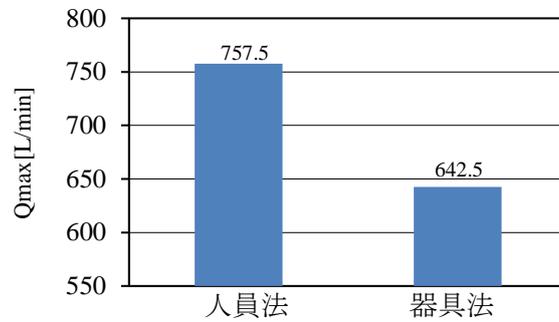


図 3. 2. 2-11 設計基準より求めた Qmax

表 3. 2. 2-20 SHASE-S206 で求めた Qmax

瞬時最大負荷流量 Q_m [L/min]			
水使用時間率と 給水単位	新給水単位	器具利用率	給水単位
974	550	989	800

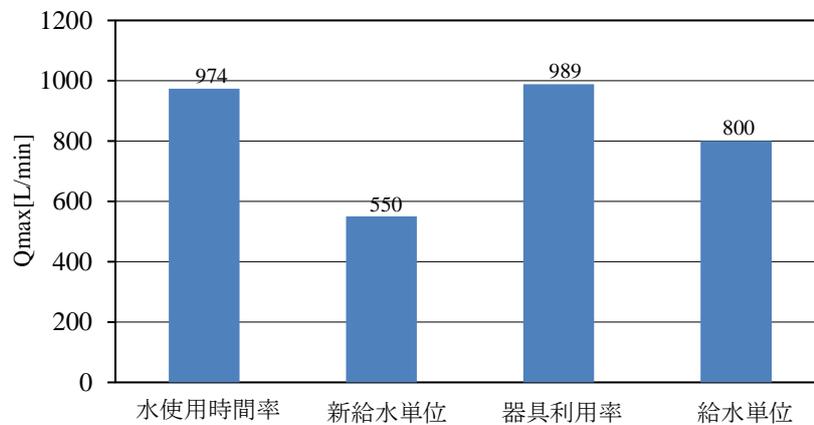


図 3. 2. 2-12 SHASE-S206 より求めた Qmax

3.2.3 MSWCによる算定値

シミュレーションで設定した条件を以下に示す。対象建物に設置されている大便器は、洗浄水量 6L の壁排水ネオボルティック式であり、自動フラッシュバルブである。これらを考慮し、平均吐水量は 60L/min、平均吐水時間は 6 秒と設定した。人数は、事務室の延べ面積に有効率 0.2 を乗じた値を使用するものとし、男女比は 7:3 とした。また、人数を 10 階、11 階は算定人員、全階は在室人員に対象件数を変更し、さらに算定した。シミュレーションに使用した設定値を表 3.2.3-1 に示す。

表 3.2.3-1 シミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	32	27	28	29	26
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	5	6	20
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)	1117	1117	1117	128	128
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[°C]	22	22	22	22	22

各集計時間における最大給水量を表 3.2.3-2 に、それらの給水パターンを図 3.2.3-1～図 3.2.3-4 に、日給水量の 100 回のシミュレーション値を図 3.2.3-5 に示す。

表 6.1-2 各集計時間における最大給水量

集計時間	最大給水量[L]
10 秒	62
01 分	191
10 分	898
60 分	4523
1 日	35942

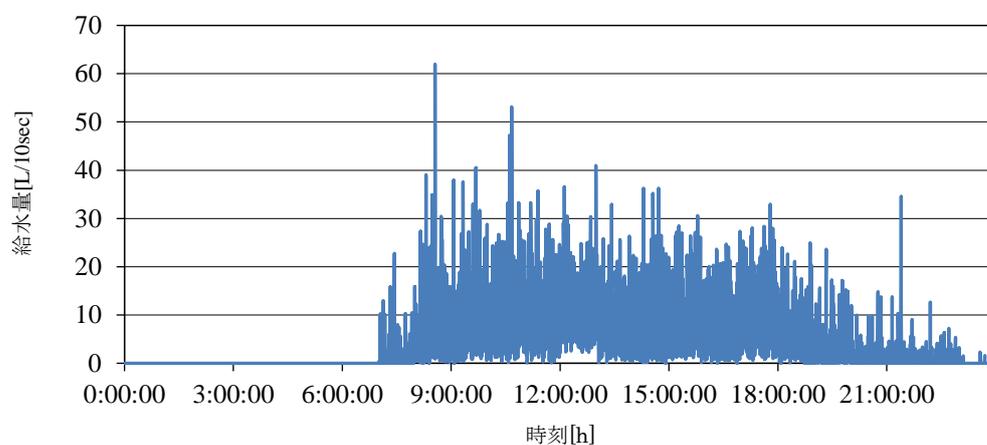


図 3.2.3-1 給水流量のシミュレーション (10 秒間値)

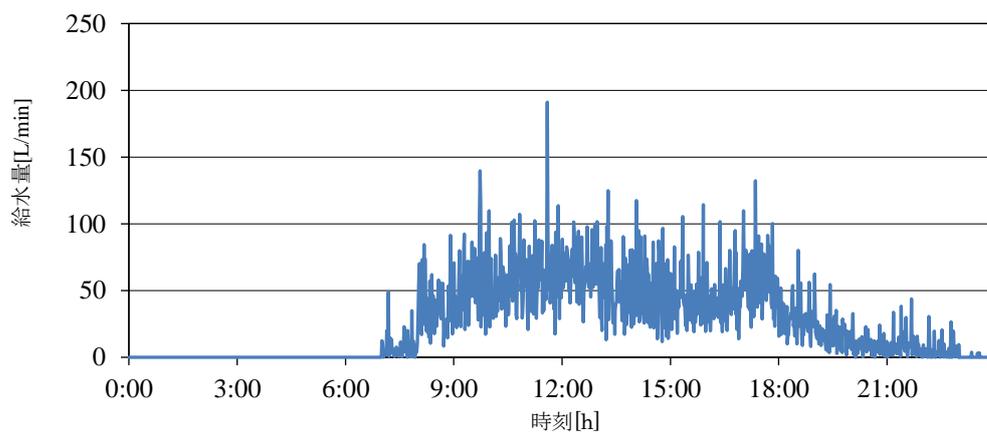


図 3.2.3-2 給水流量のシミュレーション (1 分間値)

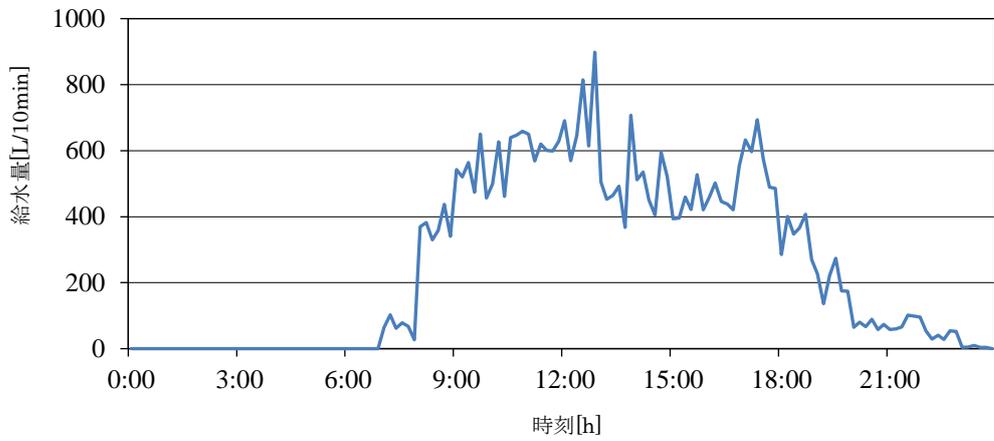


図 3. 2. 3-3 給水流量のシミュレーション (10 分間値)

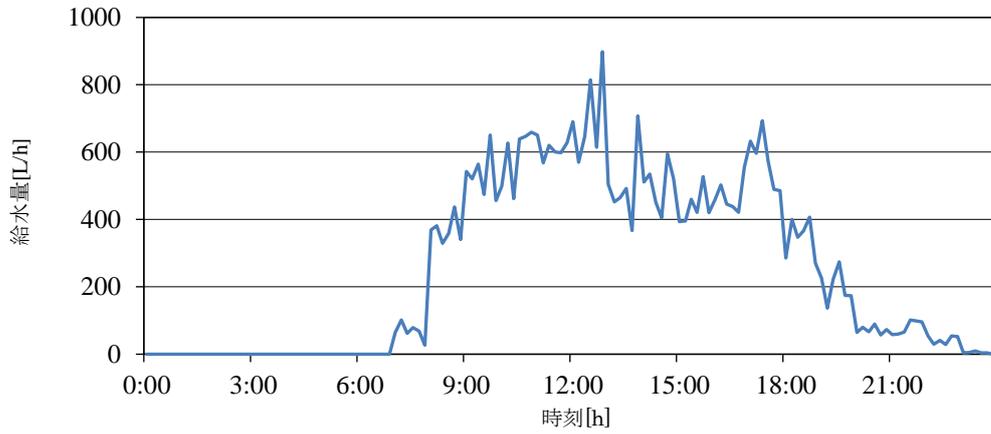


図 3. 2. 3-4 給水流量のシミュレーション (60 分間値)

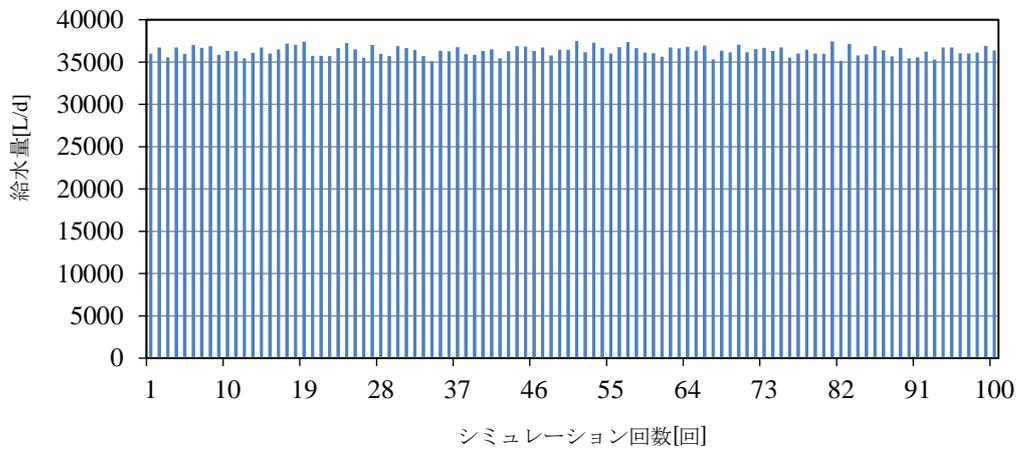


図 3. 2. 3-5 給水流量のシミュレーション (1 日)

(1) 全階の給水負荷

1) 有効面積人員による算定

シミュレーション条件を表 3.2.3-11 に示す。シミュレーション結果を表 3.2.3-12 に示す。

表 3.2.3-11 シミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	38	33	34	35	32
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]	15	5	6	15	11
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]	12	30	5	12	5
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)	1373	1373	1373	589	589
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[°C]	22	22	22	22	22

表 3.2.3-12 シミュレーション結果

日給水量[L/day]	44264
-------------	-------

2) 在室人員による算定

① 9月29日(月)に測定した人数

シミュレーション条件を表 3.2.3-13 に示す。シミュレーション結果を表 3.2.3-14 に示す。

表 3.2.3-13 シミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	38	33	34	35	32
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]	15	5	6	15	11
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]	12	30	5	12	5
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)	277	277	277	214	214
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[°C]	22	22	22	22	22

表 3.2.3-14 シミュレーション結果

日給水量[L/day]	12583
-------------	-------

② 9月30日(火)に測定した人数

シミュレーション条件を表 3.2.3-15 に示す。シミュレーション結果を表 3.2.3-16 に示す。

表 3.2.3-15 シミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	38	33	34	35	32
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]	15	5	6	15	11
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]	12	30	5	12	5
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)	323	323	323	280	280
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[℃]	22	22	22	22	22

表 3.2.3-16 シミュレーション結果

日給水量[L/day]	16193
-------------	-------

(2) 10～11 階の給水負荷

1) 有効面積人員による算定

シミュレーション条件を表 3.2.3-3 に示す。シミュレーション結果を表 3.2.3-4 に示す。

表 3.2.3-3 シミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	3	3	3	3	3
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]	15	5	6	15	11
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]	12	30	5	12	5
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)	128	128	128	55	55
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[°C]	22	22	22	22	22

表 3.2.3-4 シミュレーション結果

日給水量[L/day]	4425
瞬時最大給水流量[L/min]	80

2) 10階の算定人員による算定

シミュレーション条件を表 3.2.3-5 に示す。シミュレーション結果を表 3.2.3-6 に示す。

表 3.2.3-5 シミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	3	3	3	3	3
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]	15	5	6	15	11
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]	12	30	5	12	5
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)	88	88	88	38	38
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[°C]	22	22	22	22	22

表 3.2.3-6 シミュレーション条件

日給水量[L/day]	2910
瞬時最大給水流量[L/min]	31

3) 11階の算定人員による算定

シミュレーション条件を表 3.2.3-7 に示す。シミュレーション結果を表 3.2.3-8 に示す。

表 3.2.3-7 シミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	3	3	3	3	3
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]	15	5	6	15	11
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]	12	30	5	12	5
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)	89	89	89	38	38
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[°C]	22	22	22	22	22

表 3.2.3-8 シミュレーション結果

日給水量[L/day]	2611
瞬時最大給水流量[L/min]	30

(3) B1～9階の給水負荷

有効面積人員によるシミュレーション算定条件を表 3.2.3-9 に示す。シミュレーション結果を表 3.2.3-10 に示す。

表 3.2.3-9 シミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	32	27	28	29	26
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]	15	5	6	15	11
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]	12	30	5	12	5
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)	1117	1117	1117	479	479
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[°C]	22	22	22	22	22

表 3.2.3-10 シミュレーション結果

日給水量[L/day]	35942
瞬時最大給水流量[L/min]	191

3.2.4 各種算定値と実測値の比較

(1) 全階の比較

各給水負荷算定法における Qday を図 3.2.3-6 に示す。有効面積人員における MSWC の実測値に対する Qday の倍率は 1.6 倍となり、在室人員における Qday の倍率は 0.6 倍と小さくなった。

在室人員における Qday の倍率が 0.6 倍と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入っていないことと、在室人員における MSWC は、事務所ビルとしてシミュレートしたことが考えられる。

文献 6) による単位あたりの使用水量と使用湯量を表 3.2.3-17 に示す。飲食店の使用水量は、表 7.5-1 における単位あたりの使用水量と使用湯量を用いることにより、算出することが可能である。飲食店の席数は、100 席、営業時間は、7.5h であったため、使用水量は、6825L~13500L となった。このことから在室人員の MSWC の予測値にこの使用水量を足すと 23018L~29693L となり、Qday の倍率は 0.8 倍~1.0 倍と実測値に近い値になった。

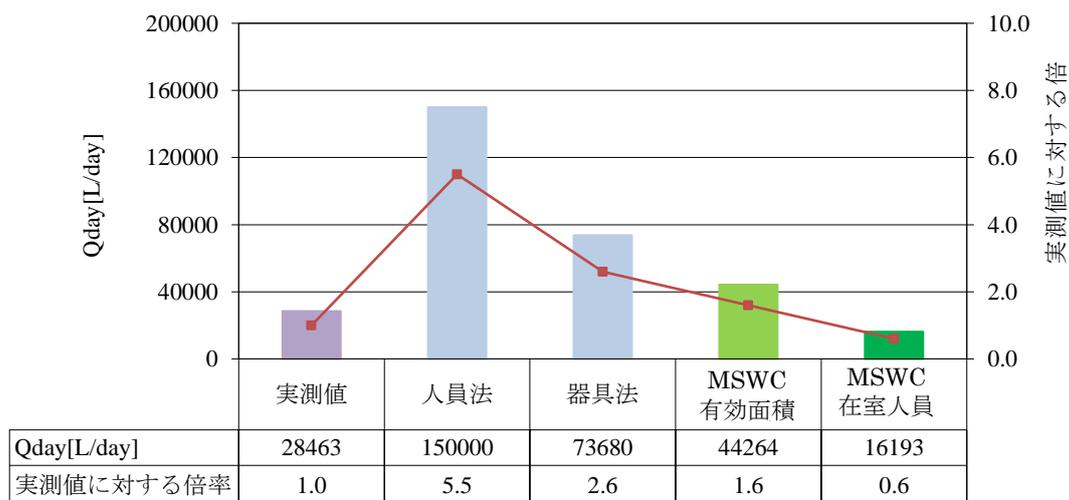


図 3.2.3-6 全階における各種給水負荷算定法の Qday

表 3.2.3-17 単位あたりの使用水量と使用湯量

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

(2) 10階の比較

各種給水負荷算定法の比較を図 3.2.3-7、図 3.2.3-8 に示す。従来の給水負荷算定法における設計基準、SHASE-S206 は、給水負荷を過大に予測していることが確認できた。MSWC は、実測値に対しての倍率が Qday では、有効面積人員で 1.5 倍、在室人員で 1.0 倍であり、設計基準と比較し、精度が高いことが確認できた。Qmax では、算定人員で 1.0 倍と非常に精度が高くなった。

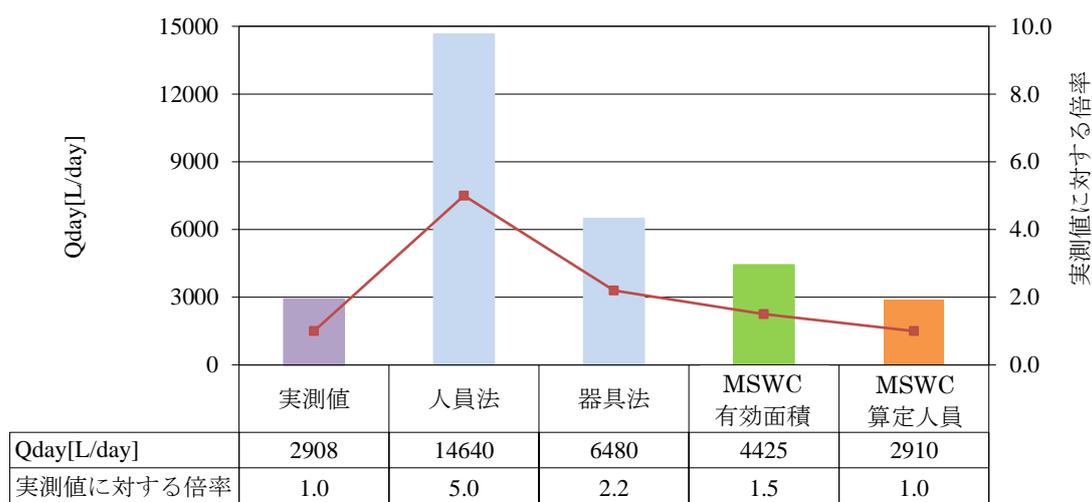


図 3.2.3-7 10階における各種給水負荷算定法の Qday

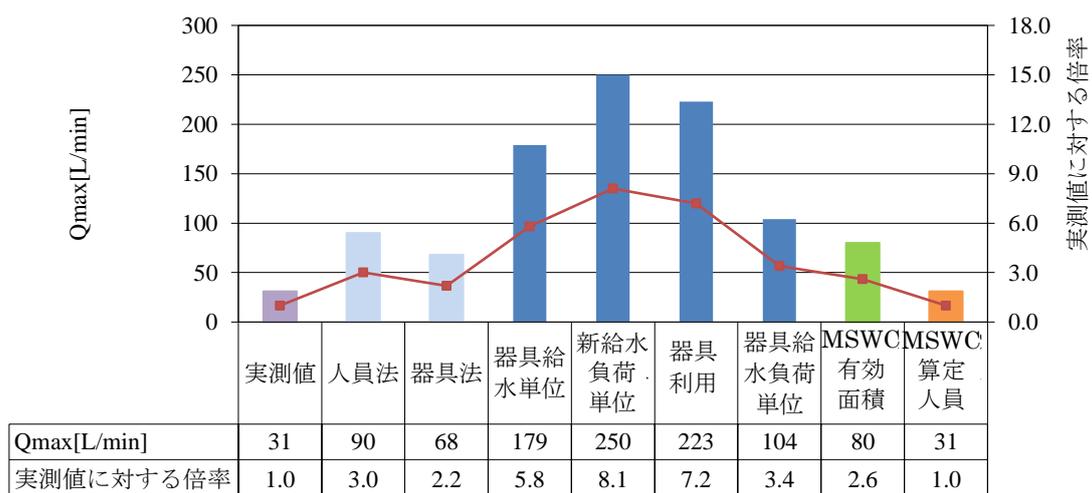


図 3.2.3-8 10階における各種給水負荷算定法の Qmax

(3) 11階の比較

各種給水負荷算定法の比較を図 3.2.3-9、図 3.2.3-10 に示す。従来の給水負荷算定法における設計基準、SHASE-S206 は、給水負荷を過大に予測していることが確認できた。MSWC は、実測値に対する倍率が Qday では、有効面積人員で 1.8 倍、算定人員で 1.0 倍であり、設計基準と比較し、精度が高いことが確認できた。Qmax では、算定人員で 1.4 倍ともっとも精度の高くなった。

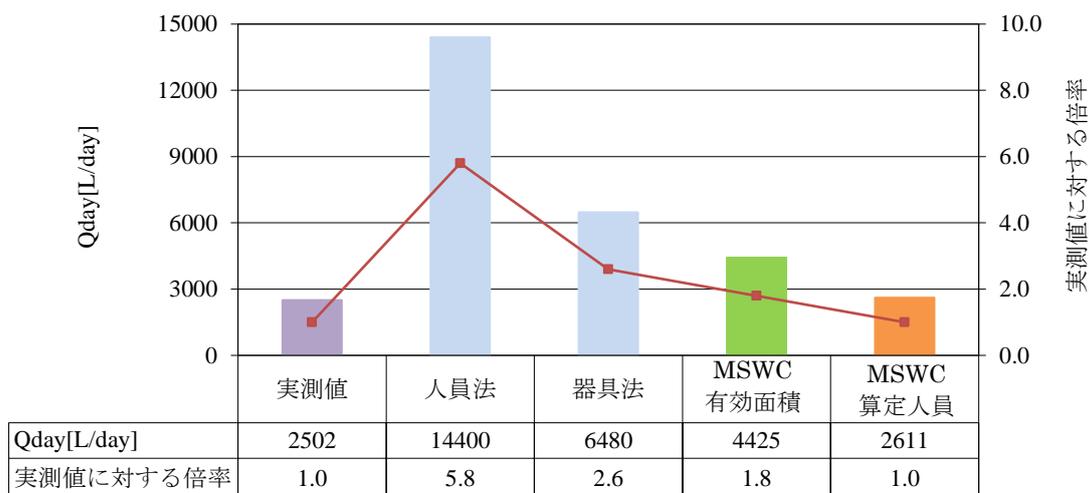


図 3.2.3-9 11階における各種給水負荷算定法の Qday

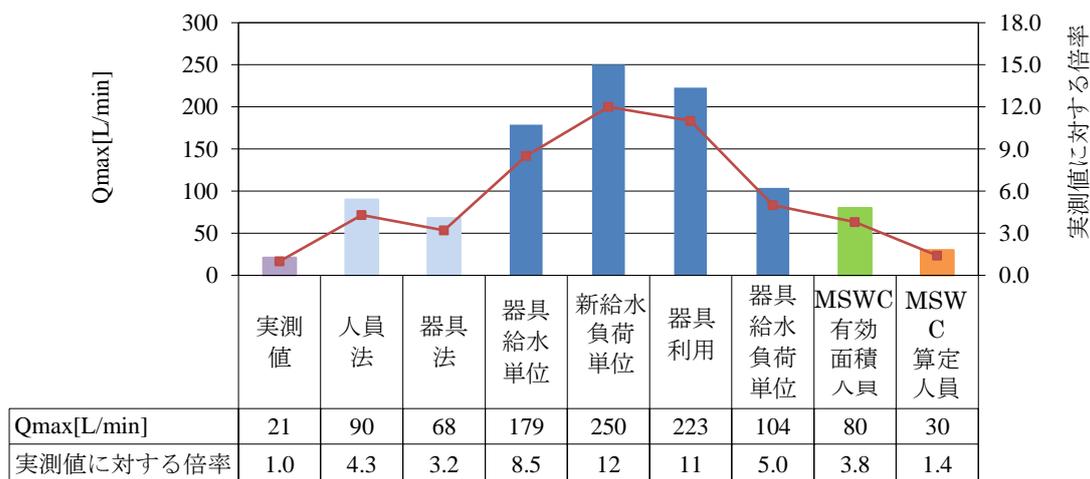


図 3.2.3-11 11階における各種給水負荷算定法の Qmax

(4) B1～9階の比較

各種給水負荷算定法の比較を図 3.2.3-12、図 3.2.3-13 に示す。従来給水負荷算定法は、すべて給水負荷を過大に予測していることが確認できる。実測値に対する MSWC の Qday の倍率は、1.8 倍、Qmax の倍率は、2.2 倍とも最も実測値に近い値を予測した。

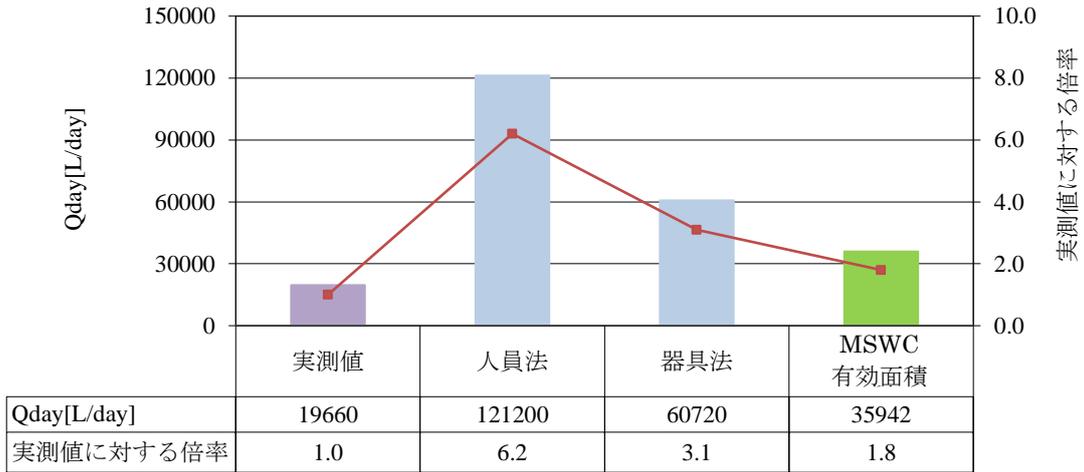


図 3.2.3-12 地下 1 階～9 階における各種給水負荷算定法の Qday

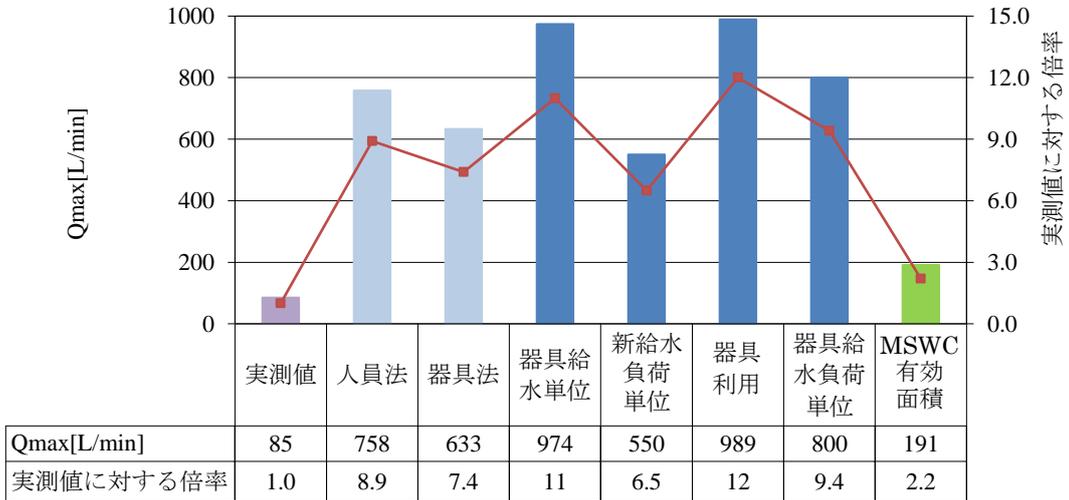


図 3.2.3-13 地下 1 階～9 階における各種給水負荷算定法の Qmax

3.3 Tビル

3.3.1 給水負荷の測定

(1) 建物概要

Tビルは東京都内に位置する地下1階、地上6階建ての事務所ビルである。計測対象ビルの概要を表 3.3.1-1 に、給水系統図を図 3.3.1-1 に示す。各階の面積表を表 3.3.1-2、設置器具数を表 3.3.1-3 に示す。

表 3.3.1-1 建物概要

階数	入居テナント	登録人数
6F	事務所	26
5F	事務所	74
4F	事務所	50
3F	事務所	63
2F	法律事務所	24
1F	医療関係学会	
B1F	駐車場	—

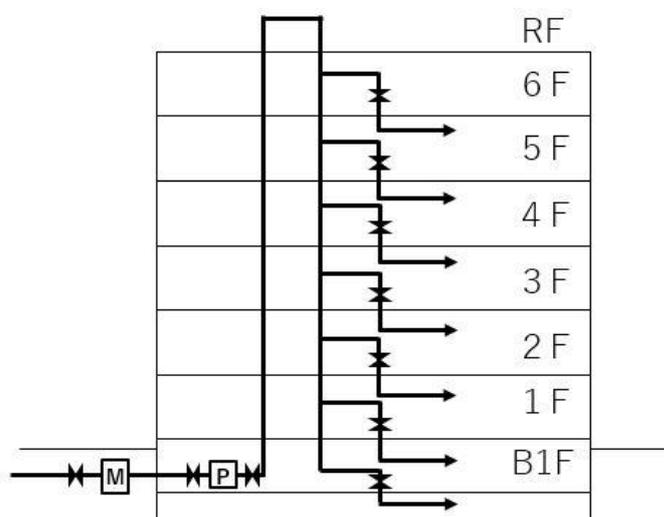


図 3.3.1-1 給水系統図

表 3.3.1-2 面積表

階数	入居テナント	床面積[m ²]
6F	事務所	389.49
5F	事務所	405.34
4F	事務所	405.34
3F	事務所	405.34
2F	法律事務所	405.34
1F	医療関係学会	373.55
B1F	駐車場	—
床面積合計		2384.4

表 3.3.1-3 設置器具数

器具	B1F	1F	2F	3F	4F	5F	6F	屋外	合計
大便器	-	3	3	3	3	3	3	-	18
小便器	-	2	2	2	2	2	2	-	12
洗面器	-	4	3	3	3	3	3	-	19
掃除用流し	-	1	1	1	1	1	1	-	6
給湯室	-	1	1	1	1	1	1	-	6
散水栓	-	-	-	-	-	-	-	1	1

(2) 測定目的

1) 在室人員の測定

MSWC の入力条件としている在室人員は、算定結果に大きな影響を与える。そこで、対象ビルの在室人員を把握するため、計測を行った。

2) 給水量の測定

設計基準により算出した日給水量、瞬時最大流量および、SHASE-S 206 により算出した瞬時最大給水流量、MSWC により算出した日給水量、瞬時最大流量の比較・適応性の検証を行うため、実測より求めた日給水量と瞬時最大給水流量が必要となる。そのため、実測により日給水量と瞬時最大給水流量を求めた。

(3) 測定方法

1) 在室人員の測定

① アンケートによる人員計測

各階ごとの人数を特定するため、対象ビルに 8 月 5 日(水)～8 月 7 日(金)と、11 月 11 日(水)～11 月 13 日(金)の期間を対象にアンケートを実施し、ビル使用者の 30 分毎の在館情報を調査した。

② 監視カメラによる人員計測

アンケートのみではビルを常時使用する人員しか計測できず、その他の利用者(テナント以外の利用者)を計測することで詳細な在館人数を把握することができ、MSWC の精度を高めることができる。そこで対象ビルに設置された監視カメラ映像により、2 回目の測定日 11 月 11 日(水)～11 月 13 日(金曜日)の間の人の出入りを調査した。

2) 給水量の測定

2015 年 8 月 5 日(水)～2015 年 8 月 6 日(木)と、2015 年 11 月 11 日(水)～2015 年 11 月 13 日(金)の期間で、対象ビルにおいて流量の実測を行った。対象ビルは直結増圧給水方式であるため、主管である給水管に超音波流量計と電磁流量計の 2 つを設置することでビル全体の給水量を求めた。また、流量計を 5 階、4 階、3 階の給水本管にそれぞれ設置して流量を計測した。なお、計測は 1 秒間隔、流量単位は[L/min]とした。

(4) 測定結果

1) 在室人員の測定

① アンケートによる人員計測

対象ビルのアンケートによる登録者数を表 3.3.1-4 に示す。また、8月5日(水)～8月7日(金)および、11月11日(水)～11月13日(金)における人員変動を図 3.3.1-2～図 3.3.1-7 に示す。

表 3.3.1-4 対象ビル登録者数

	男性	女性	合計
1-2F	17	7	24
3F	51	12	63
4F	36	14	50
5F	55	19	74
6F	22	4	26
全体	181	56	237

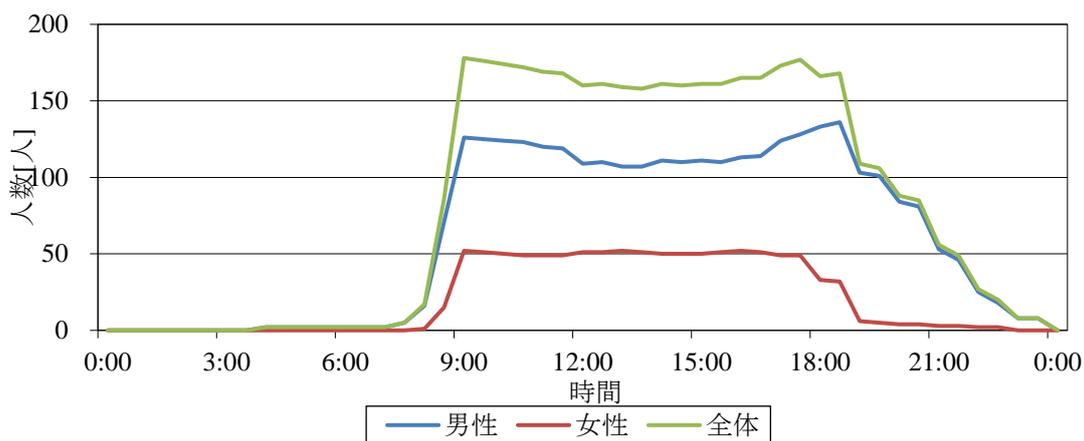


図 3.3.1-2 8月5日(水)の人員変動

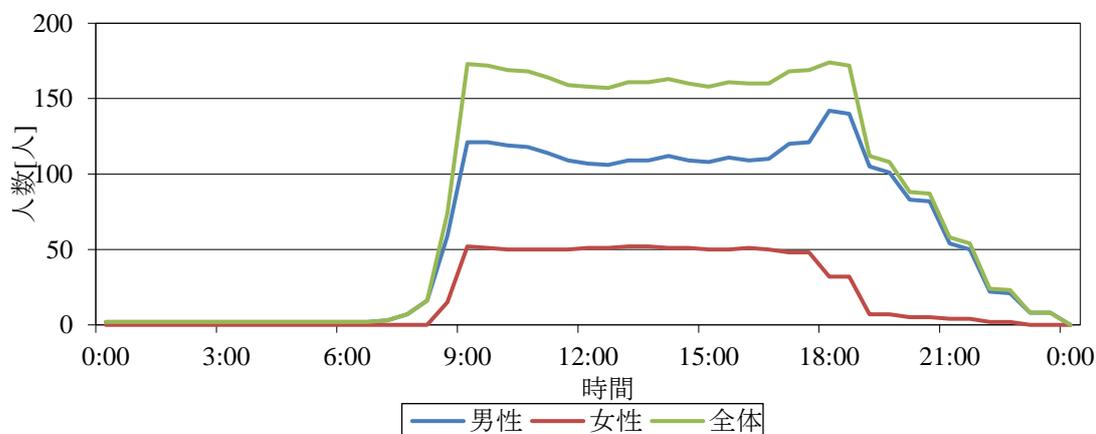


図 3.3.1-3 8月6日(木)の人員変動

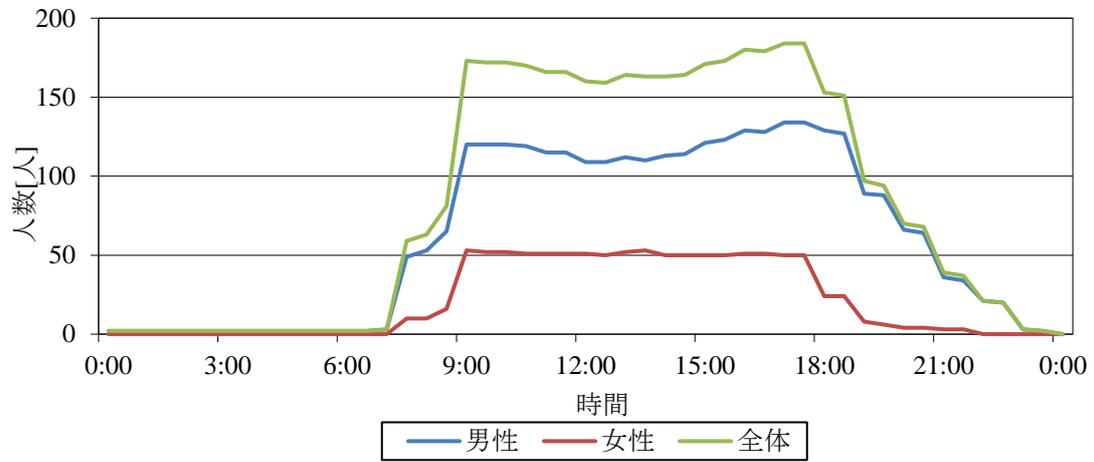


図 3.3.1-4 8月7日(金)の人員変動

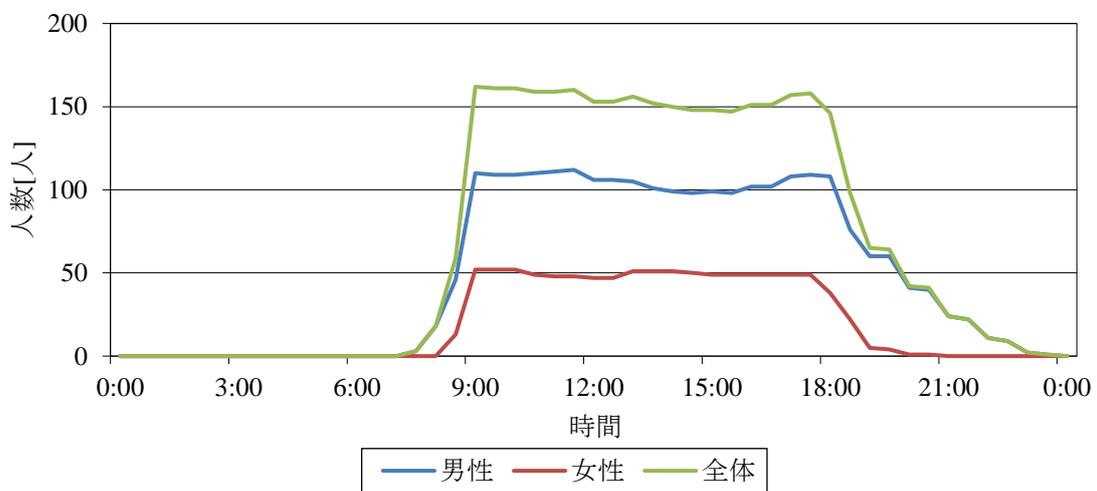


図 3.3.1-5 11月11日(水)の人員変動

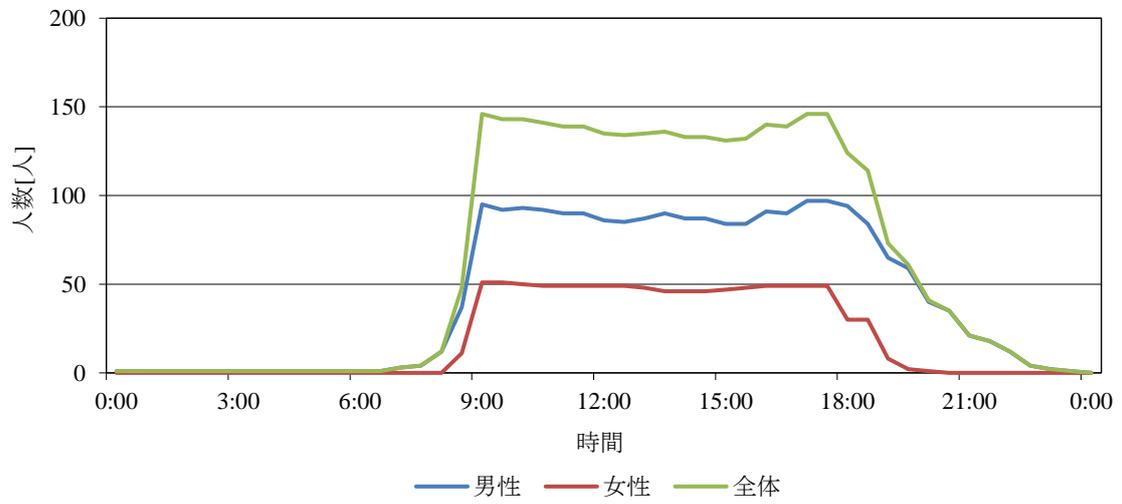


図 3.3.1-6 11月12日(木)の人員変動

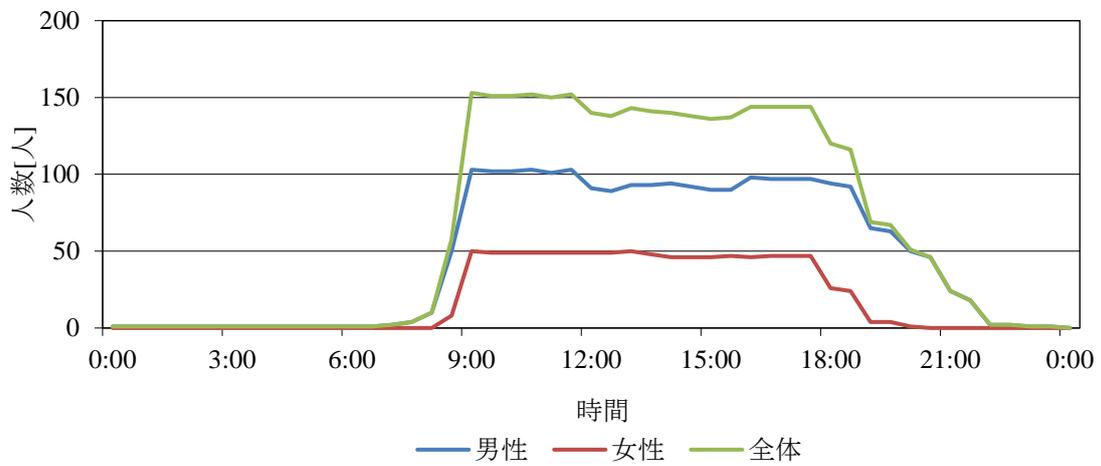


図 3.3.1-7 11月13日(金)の人員変動

アンケート調査による人員数の最大値（以下、在室人員という）を表 3.3.1-5～表 3.3.1-6 に示す。なお、男性人員が最大となる時刻と女性人員が最大となる時刻は必ずしも一致しない。そのため、人員最大値は全体で最大となる値ではなく、男女それぞれの最大値の和とする。

表 3.3.1-5 8月5日～7日の在室人数

日付	男性(人)	女性(人)	男性最大+女性最大
8月5日(水)	136	52	188
8月6日(木)	142	52	194
8月7日(金)	134	53	187

表 3.3.1-6 11月11日～11月13日の在室人数

日付	男性(人)	女性(人)	男性最大+女性最大
11月11日(水)	112	52	164
11月12日(木)	97	51	148
11月13日(金)	103	50	153

② 監視カメラによる人員計測

11月11日(水)~11月13日(金)の監視カメラの映像によるビル全体の人員を図3.3.1-8~図3.3.1-10に示す。監視カメラによる計測では5分毎の人の出入りをまとめ、在室人数とした。ただし、水使用に影響が無いと思われる配達員等の出入りはカウントしないものとした。

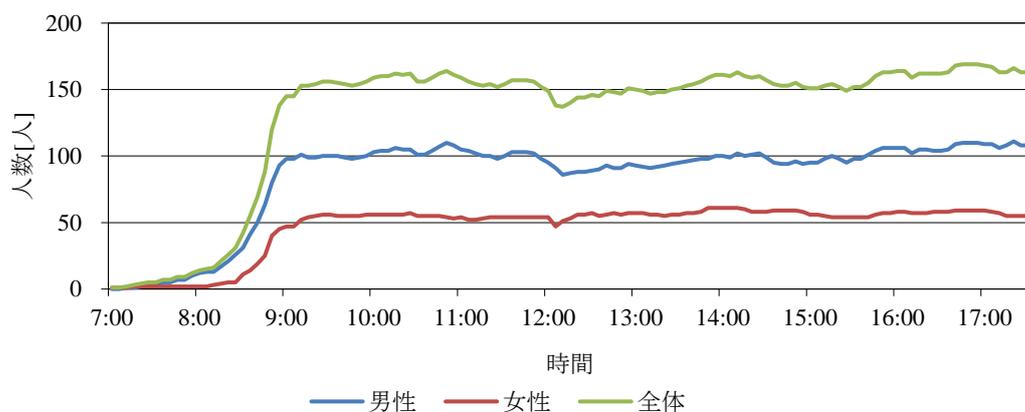


図 3.3.1-8 監視カメラによる11月11日(水)の人員変動

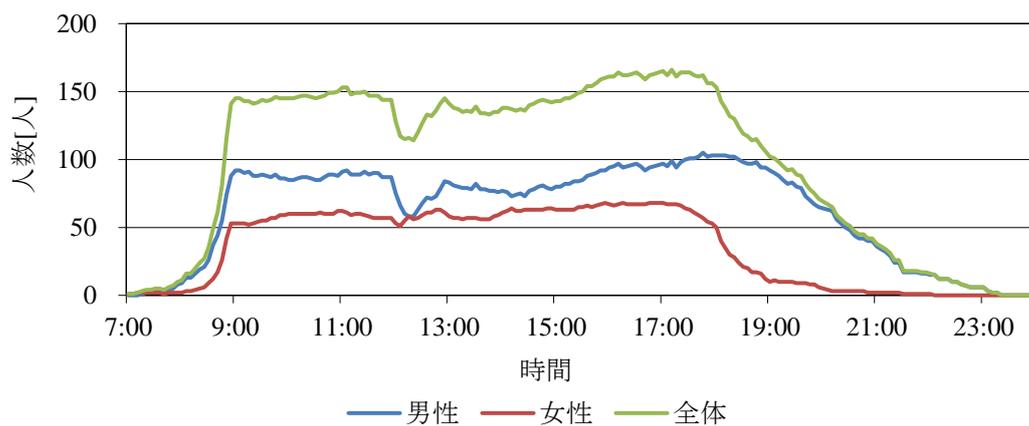


図 3.3.1-9 監視カメラによる11月12日(木)の人員変動

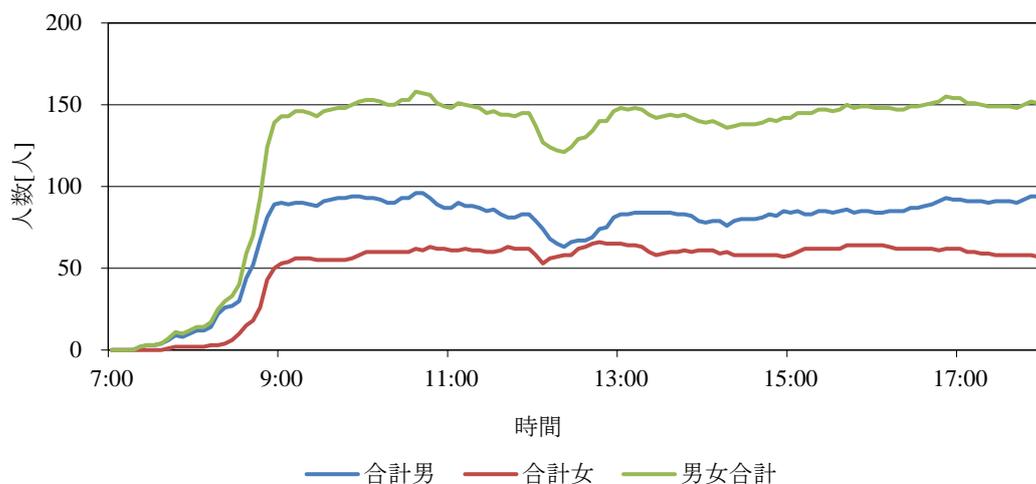


図 3.3.1-10 監視カメラによる 11 月 13 日(金)の人員変

監視カメラによる人員計測の結果、11 月 11 日(水)~11 月 13 日(金)の在室人数は表 3.3.1-7 の結果となった。アンケート結果と同様、男性人員が最大となる時刻と女性人員が最大となる時刻は必ずしも一致しない。そのため、人員最大値は全体で最大となる値ではなく、男女それぞれの最大値の和とする。

表 3.3.1-7 監視カメラによる 11 月 11 日~13 日の在室人数

日付	男性(人)	女性(人)	男性最大+女性最大
11 月 11 日(水)	111	61	172
11 月 12 日(木)	105	68	173
11 月 13 日(金)	96	66	162

2) 給水量の測定

① 実測データ有効性の検討

2015年11月11日流量計設置時～2015年11月13日(金)流量計撤去時の間に、得られた実測値の正確性を検証するため、量水器による給水量と2種の流量計の積算機能による給水量の比較を行った。量水器はデジタルで表示されており、

1.2015年11月10日20時12分

2.2015年11月11日11時49分

3.2015年11月12日16時38分

4.2015年11月13日19時31分

の計4回、量水器の数値を確認した。

量水器と超音波流量計、電磁流量計から求めたそれぞれの給水量の比較を図3.3.1-11に示す。図3.3.1-11より、超音波流量計においては、多少の誤差はあるが、量水器とほぼ同程度の値が得られた。よって、実測における超音波流量計によるデータは有効なものと考えられる。

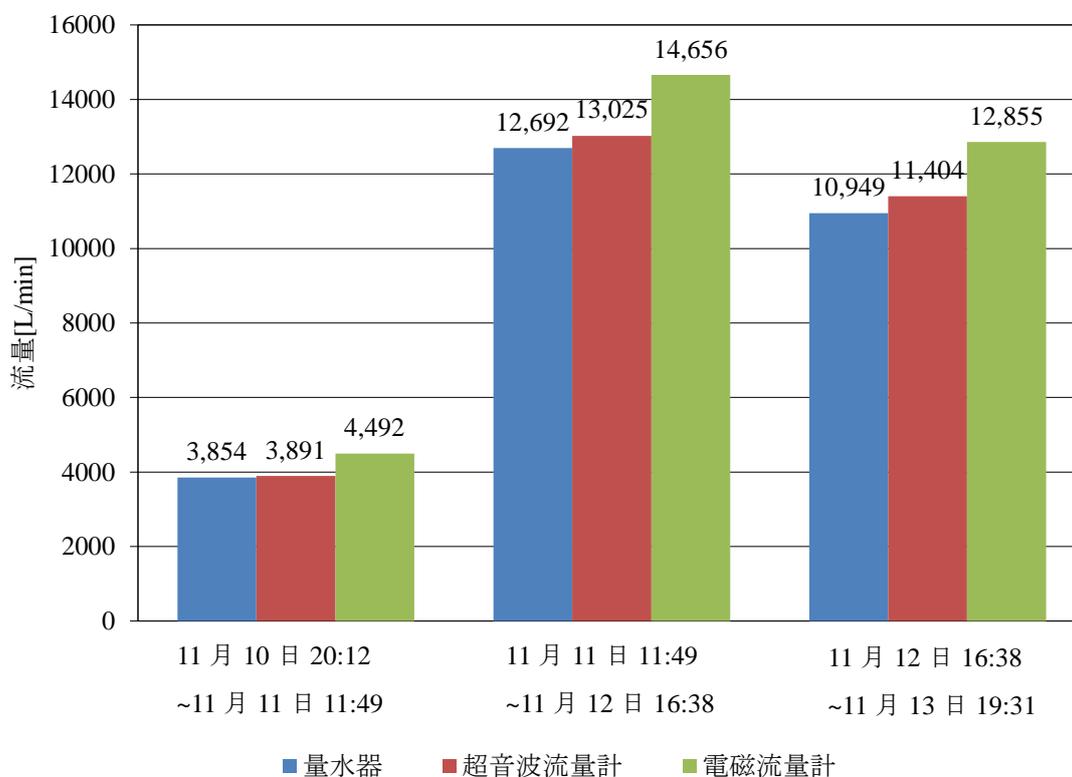


図3.3.1-11 各算出方法による給水量の比較

② 実測による全階の流量変動

8/5(水)~ 8/6(木)および 11 月 12 日(木)の実測より求めた全階の流量変動を図 3.3.1-12~図 3.3.1-14 に示す。なお、計測は流量単位[L/min]、1 秒間隔で測定しているため、データの処理は、給水流量[L/min]の 1 秒間値を給水流量[L/sec]の 1 秒間値にし、給水流量[L/sec]の 1 秒間値のデータを 60 秒間分積算することで 1 分間隔の給水流量[L/min]とした。積算した各日給水量および瞬時最大流量を表 3.3.1-8 に示す。

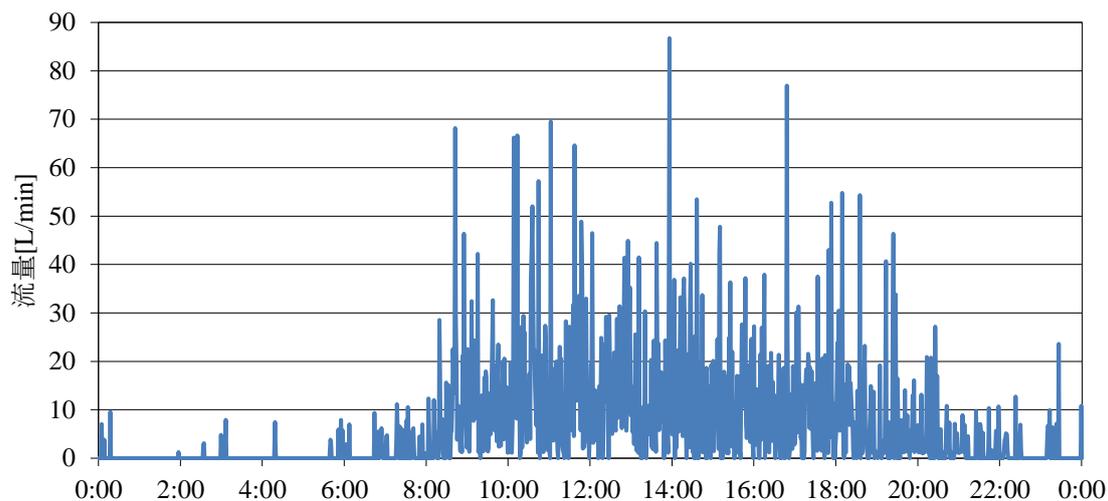


図 3.3.1-12 8 月 5 日(水)超音波流量計での全体流量

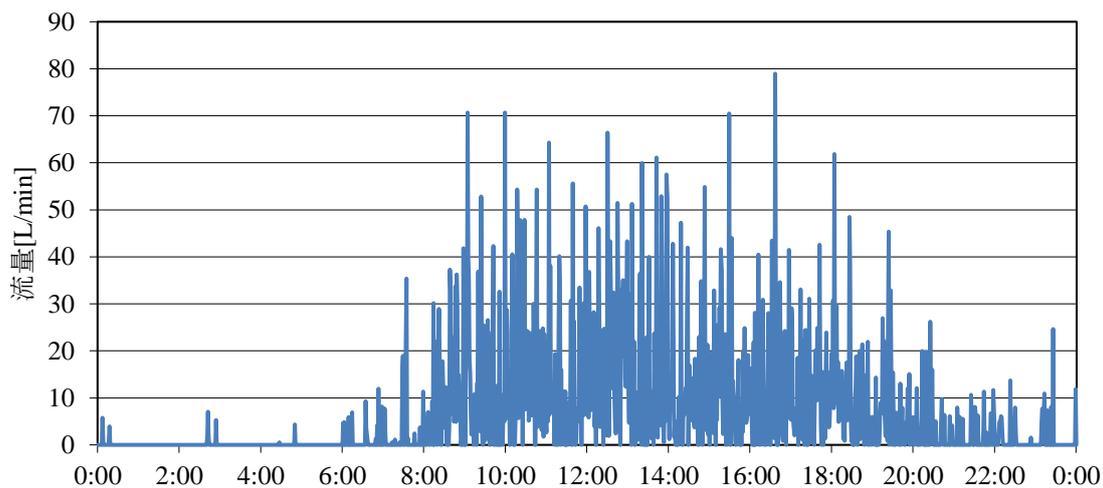


図 3.3.1-13 8 月 6 日(木)超音波流量計での全体流量

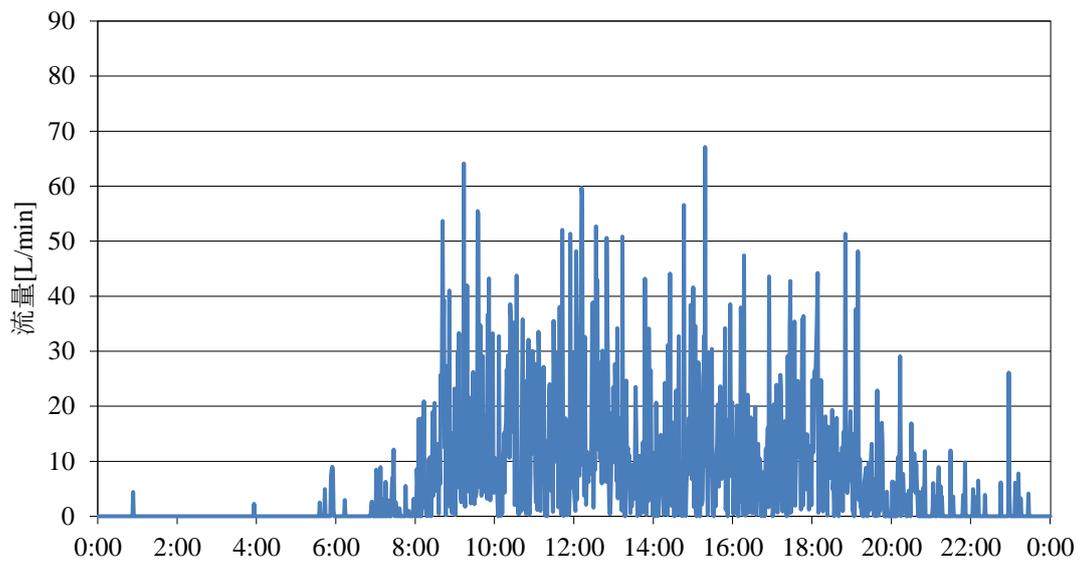


図 3.3.1-14 11月12日(木)超音波流量計での全体流量

表 3.3.1-8 建物全体における実測値

	8月5日(水)	8月6日(木)	11月12日(木)	平均
日給水量 [L/day]	936.1	9,701	9,493	9,518
瞬時最大給水流量 [L/min]	86.7	79.0	67.1	77.6

③ 実測による6階の流量変動

全体から5階以下の流量を差し引くと、実質6階の流量が特定できる。6階の流量変動の図を3.3.1-15～図3.3.1-17に示す。また、3日間における日給水量および瞬時最大給水流量の実測値と平均値を表3.3.1-9に示す。

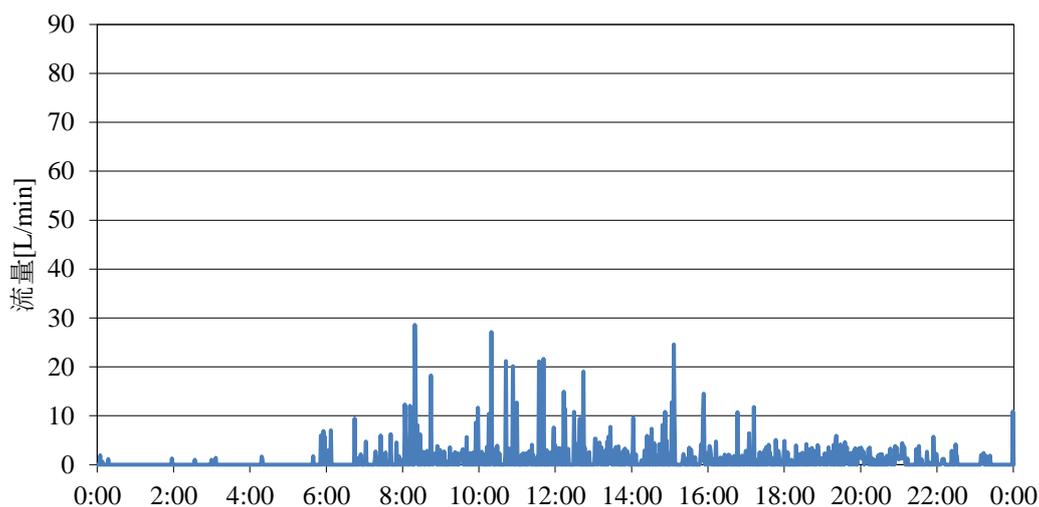


図 3.3.1-15 8月5日の6階の流量

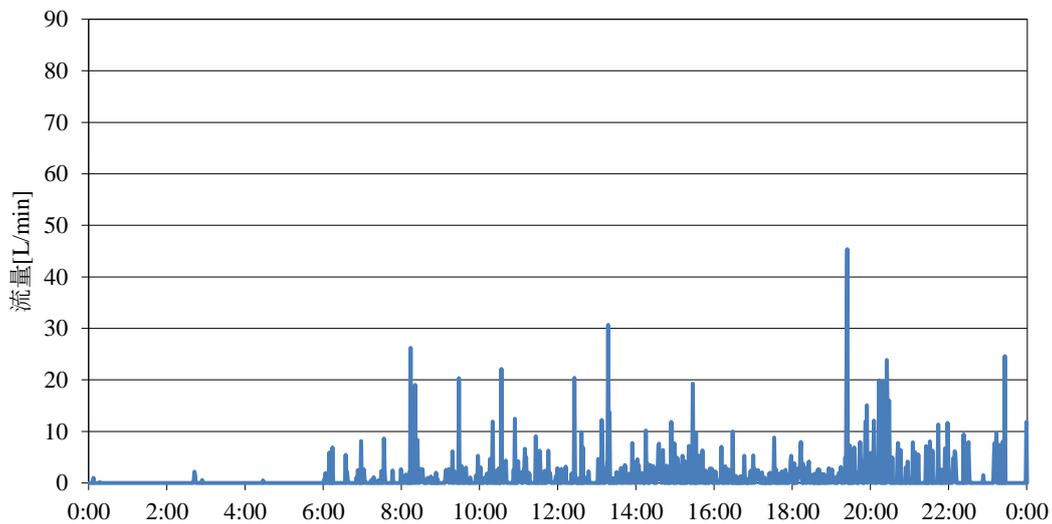


図 3.3.1-16 8月6日の6階の流量

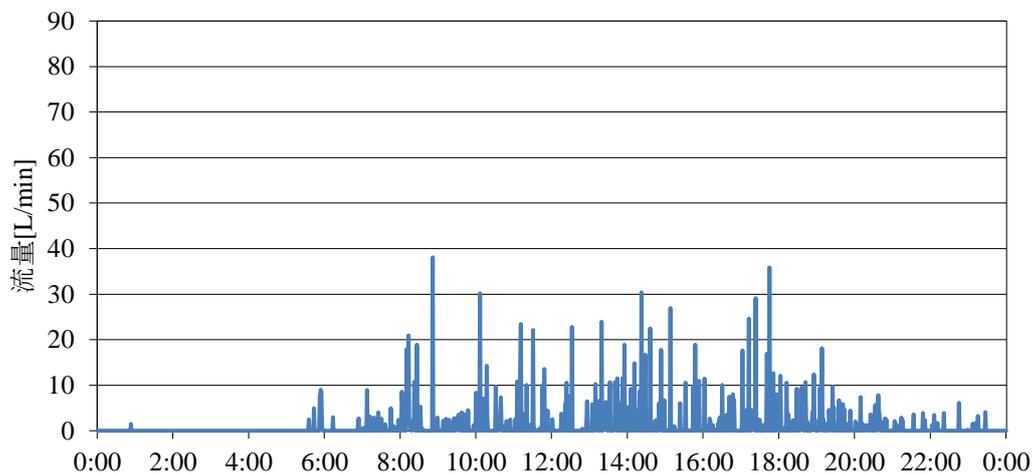


図 3. 3. 1-17 11 月 12 日の 6 階の流量

表 3. 3. 1-9 6 階の実測値

	8 月 5 日 (水)	8 月 6 日 (木)	11 月 12 日 (木)	平均
日給水量 [L/day]	1,434	1,557	1,574	1,522
瞬時最大給水流量 [L/min]	28.6	45.4	38.1	37.4

④ 実測による5階の流量変動

実測による5階の流量変動を図3.3.1-18～図3.3.1-20に示す。また、3日間における日給水量と瞬時最大給水流量の実測値と平均値を表3.3.1-10に示す。

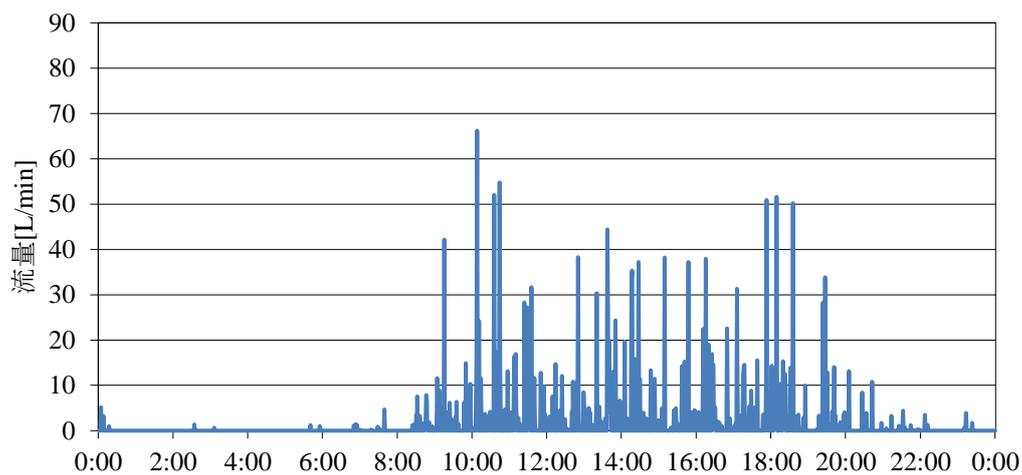


図 3. 3. 1-18 8月5日の5階の流量

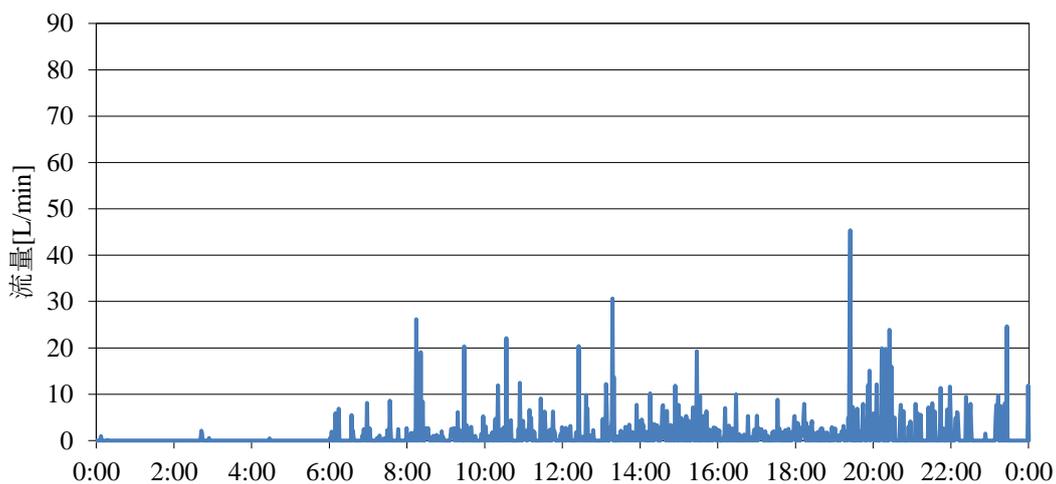


図 3. 3. 1-19 8月6日の5階の流量

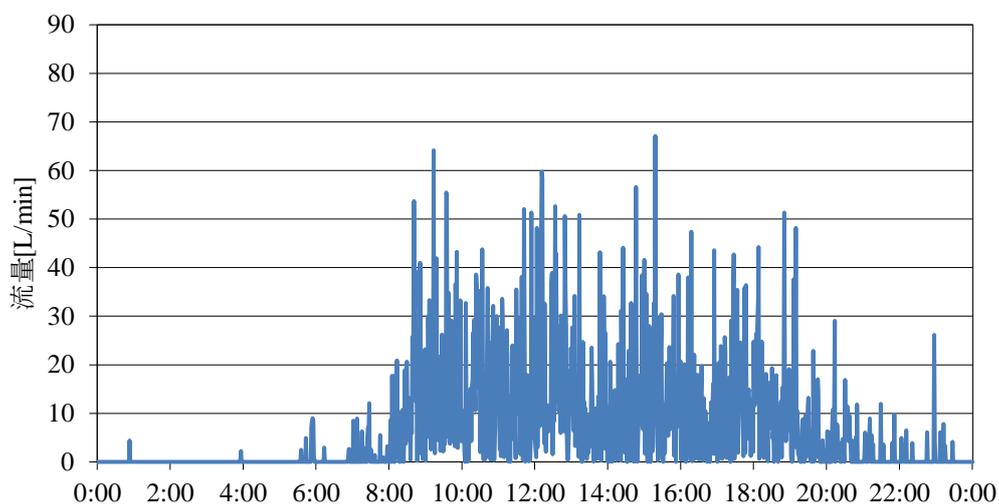


図 3.3.1-20 11月12日の5階の流量

表 3.3.1-9 5階の実測値

	8月5日(水)	8月6日(木)	11月12日(木)	平均
日給水量 [L/day]	2,357	2,649	2,438	2,481
瞬時最大給水流量 [L/min]	66.2	73.3	58.4	66.0

⑤ 実測による4階の流量変動

実測による4階の流量変動を図3.3.1-21～図3.3.1-23に示す。また、3日間における日給水量と瞬時最大給水流量の実測値と平均値を表3.3.1-11に示す。

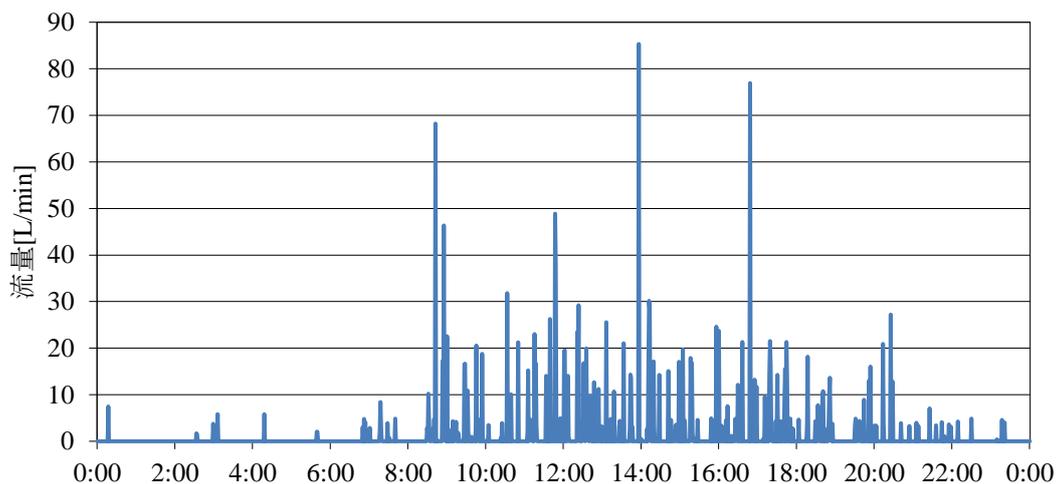


図 3.3.1-21 8月5日の4階の流量

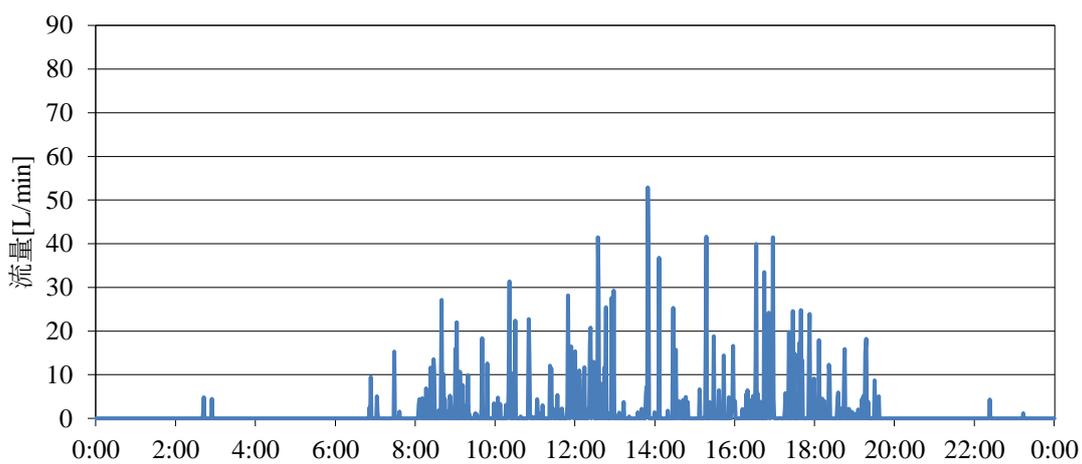


図 3.3.1-22 8月6日の4階の流量

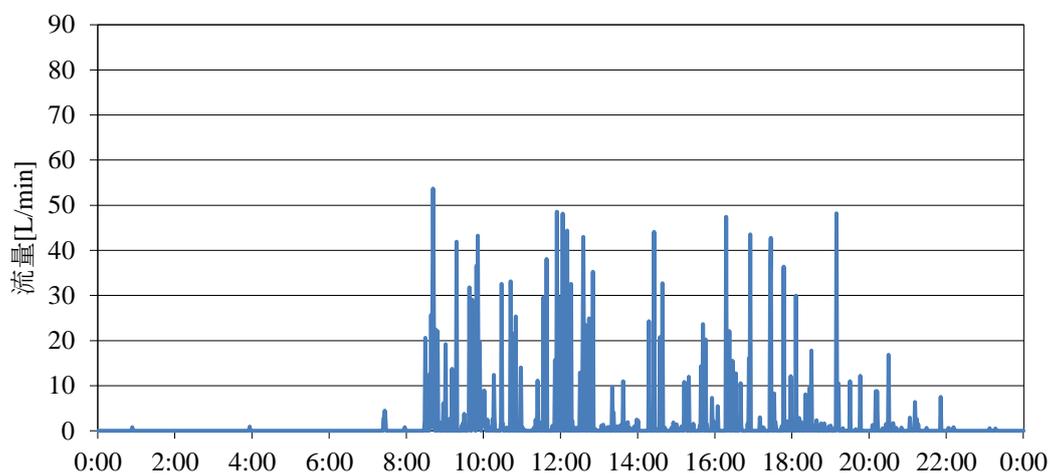


図 3. 3. 1-23 11 月 12 日の 4 階の流量

表 3. 3. 1-11 4 階の実測値

	8 月 5 日 (水)	8 月 6 日 (木)	11 月 12 日 (木)	平均
日給水量 [L/day]	2,017	1,827	2,181	2,008
瞬時最大給水流量 [L/min]	85.3	52.9	53.7	64.0

⑥ 実測による1~3階の流量変動

実測による1~3階の流量変動を図3.3.1-24~図3.3.1-26に示す。また、3日間における日給水量と瞬時最大給水流量の実測値と平均値を表3.3.1-12に示す。

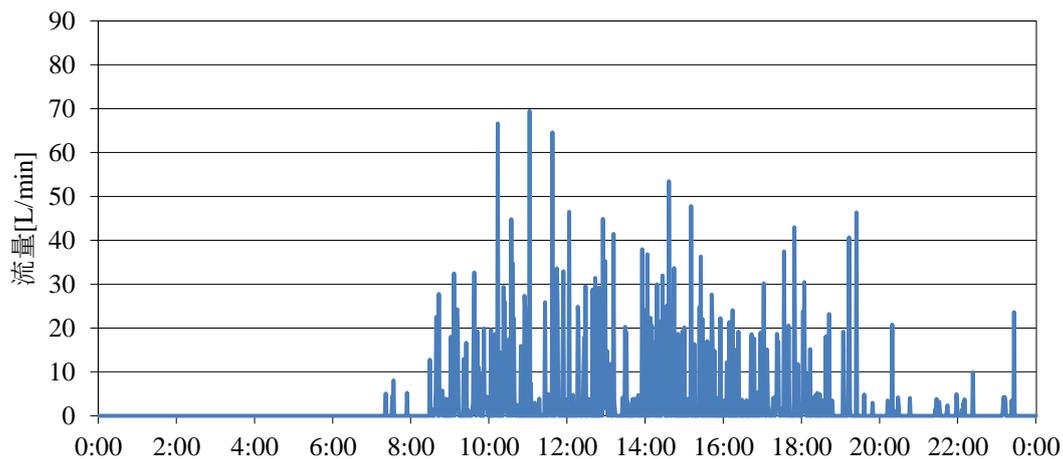


図 3. 3. 1-24 8月5日の地下1~3階の流量

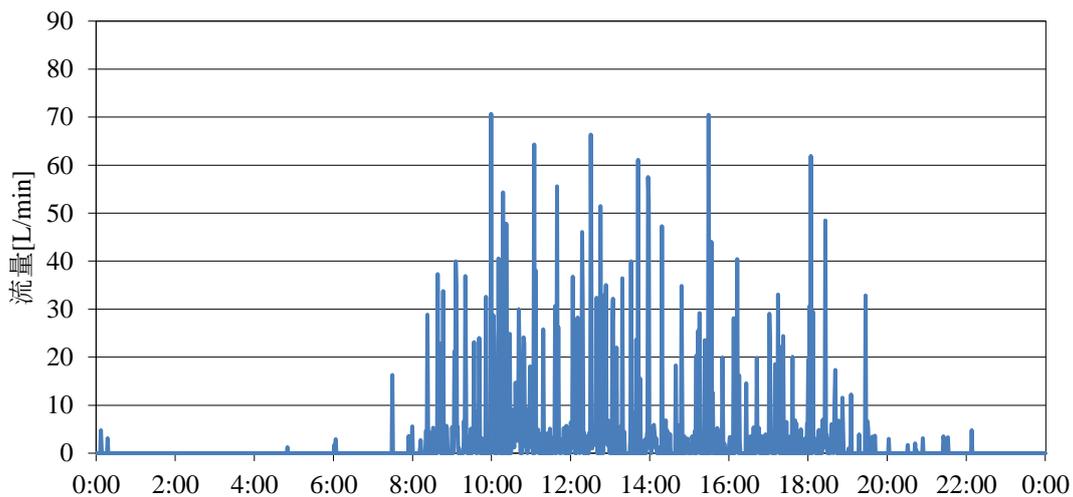


図 3. 3. 1-25 8月6日の地下1~3階の流量

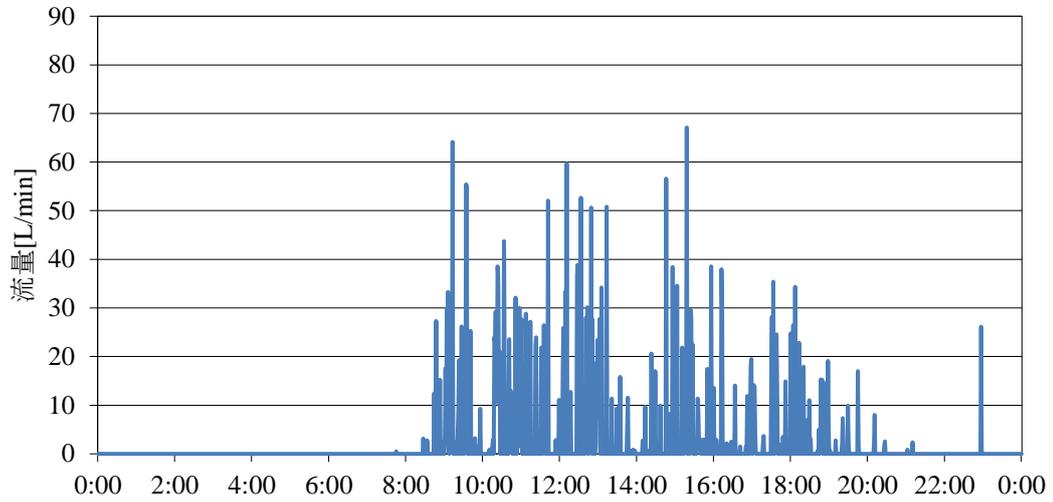


図 3.3.1-26 11月12日の地下1～3階の流量

表 3.3.1-12 1～3階の実測値

	8月5日(水)	8月6日(木)	11月12日(木)	平均
日給水量 [L/day]	3,551	3,667	3,298	3,505
瞬時最大給水流量 [L/min]	69.5	70.1	67.1	68.9

3.3.1 従来法による算定値

(1) 全階の算定

設計基準の人員法および器具法による算定結果を表 3.3.2-1～図 3.3.2-3 に示す。SHASE-S206 による算定結果を表 3.3.2-4～表 3.3.2-8 に示す。

表 3.3.2-1 人員法による算定

階	室名	有効面積 [m ²]	人員密度	対象 人数 [人]	単位使用 水量 [L/(人・d)]	日使用水 量[L/d]	使用 時間 [h/d]	時間平 均 使用水 量 qh[L/h]	
6	事務室	389.49	0.2	78	80	6,240	8	780	
5	事務室	405.34	0.2	81	80	6,480	8	810	
4	事務室	405.34	0.2	81	80	6,480	8	810	
3	事務室	405.34	0.2	81	80	6,480	8	810	
2	法律事務所	405.34	0.2	81	80	6,480	8	810	
1	医療関係学会	373.55	0.2	74	80	5,920	8	740	
B1	駐車場	-	-	-	-	-	-	-	
合計		-	-	-	-	38,080	-	4,760	
日給水量 Qd[L/d]		38,080							38,080
時間平均予想給水量 Qh[L/h]		38,080/8							4,760
時間最大予想給水量 Qhm[L/h]		4,760*2							9,520
瞬時最大予想給水量 Qp[L/min]		(9,520*1.5)/60							238

表 3.3.2.2 器具法による算定

器具名	器具数 N [個]	使用水量 q [L/(回・個)]	1 時間あたりの使用 回数の最大値[回・h]	時間最大給水量 qhm[L/h]
大便器	19	10	12	2,280
小便器	12	3	20	720
洗面器	19	10	12	2,280
掃除流し	6	-	-	
水栓	6	-	-	
散水栓	1	-	-	
時間最大予想給水量 Qhm[L/h]		5,280		5,280
時間平均予想給水量 Qh[L/h]		5,280/2		2,640
日給水量 Qd[L/d]		2,640*8		21,120
瞬時最大予想給水量 Qm[L/min]		(52,80*2.5)/60		220

表 3.3.2-3 設計基準より求めた値

種別	人員法	器具法
Qday[L/day]	38,080	21,120
Qmax[L/min]	238	220

表 3.3.2-4 水使用時間率と器具給水単位による算定法

階数	室名	器具名	設置器具数[個]			器具給水単位	瞬時最大 給水流量 q_{max} [L/min]	合成瞬時最大 給水流量 Q_{max} [L/min]
			設置個数	累計	補正個数			
B1~6階	男子便所	大便器	1	7	6	9	198.7	474.7
		小便器	2	12	5	2	51.0	
		洗面器	1	7	4	0.5	13.4	
		掃除流し	1	6	3	3	66.3	
	女子便所	大便器	2	12	5	9	285.5	
		洗面器	2	12	4	0.5	13.4	
		湯沸室	1	6	3	0.5	11.1	
屋外	散水栓	1	1	1	2	24.5		
B1~5階	男子便所	大便器	1	6	5	9	181.5	409.7
		小便器	2	10	4	2	44.5	
		洗面器	1	6	4	0.5	13.4	
		掃除流し	1	5	2	3	51.9	
	女子便所	大便器	2	10	4	9	241.9	
		洗面器	2	10	3	0.5	11.1	
		湯沸室	1	5	2	0.5	8.7	
屋外	散水栓	1	1	1	2	24.5		
B1~4階	男子便所	大便器	1	5	4	9	164.1	399.8
		小便器	2	8	4	2	44.5	
		洗面器	1	5	3	0.5	11.1	
		掃除流し	1	4	2	3	51.9	
	女子便所	大便器	2	8	4	9	241.9	
		洗面器	2	8	3	0.5	11.1	
		湯沸室	1	4	2	0.5	8.7	
屋外	散水栓	1	1	1	2	24.5		
B1~3階	男子便所	大便器	1	4	3	9	146.3	387.7
		小便器	2	6	3	2	38.0	
		洗面器	1	4	3	0.5	11.1	
		掃除流し	1	3	2	3	51.9	
	女子便所	大便器	2	6	4	9	241.9	
		洗面器	2	6	3	0.5	11.1	
		湯沸室	1	3	2	0.5	8.7	
屋外	散水栓	1	1	1	2	24.5		
B1~2階	男子便所	大便器	1	3	2	9	127.6	281.0
		小便器	2	4	3	2	38.0	
		洗面器	1	3	2	0.5	8.7	
		掃除流し	1	2	1	3	36.8	
	女子便所	大便器	2	4	2	9	155.8	
		洗面器	2	4	2	0.5	8.7	
		湯沸室	1	2	1	0.5	6.1	
屋外	散水栓	1	1	1	2	24.5		
B1~1階	男子便所	大便器	1	2	1	9	105.9	266.8
		小便器	2	2	2	2	31.3	
		洗面器	2	2	2	0.5	8.7	
		掃除流し	1	1	1	3	36.8	
	女子便所	大便器	2	2	2	9	155.8	
		洗面器	2	2	2	0.5	8.7	
		湯沸室	1	1	1	0.5	6.1	
屋外	散水栓	1	1	1	2	24.5		
B1階	男子便所	大便器	1	1	1	9	105.9	105.9
		小便器	-	-	-	2	-	
		洗面器	-	-	-	0.5	-	
		掃除流し	-	-	-	3	-	
	女子便所	大便器	-	-	-	9	-	
		洗面器	-	-	-	0.5	-	
		湯沸室	-	-	-	0.5	-	
屋外	散水栓	-	-	-	2	-		

表 3.3.2-5 新給水単位による算定方法

階数	室名	器具名	設置器具数[個]	新給水負荷単位	新給水負荷単位		階数合計	瞬時最大 給水流量 $Q_{max}[L/min]$
					小計	合計		
6階	男子便所	大便器	1	5	5	37.5	236.5	390
		小便器	2	3	6			
		洗面器	1	1.5	1.5			
		掃除流し	1	4	4			
	女子便所	大便器	2	8	16			
		洗面器	2	1.5	3			
		給湯室	給湯器	1	2			
屋外	散水栓	0	5	0				
5階	男子便所	大便器	1	5	5	37.5	199	380
		小便器	2	3	6			
		洗面器	1	1.5	1.5			
		掃除流し	1	4	4			
	女子便所	大便器	2	8	16			
		洗面器	2	1.5	3			
		給湯室	流し	1	2			
屋外	散水栓	0	5	0				
4階	男子便所	大便器	1	5	5	37.5	161.5	350
		小便器	2	3	6			
		洗面器	1	1.5	1.5			
		掃除流し	1	4	4			
	女子便所	大便器	2	8	16			
		洗面器	2	1.5	3			
		給湯室	流し	1	2			
屋外	散水栓	0	5	0				
3階	男子便所	大便器	1	5	5	37.5	124	310
		小便器	2	3	6			
		洗面器	1	1.5	1.5			
		掃除流し	1	4	4			
	女子便所	大便器	2	8	16			
		洗面器	2	1.5	3			
		給湯室	流し	1	2			
屋外	散水栓	0	5	0				
2階	男子便所	大便器	1	5	5	37.5	86.5	280
		小便器	2	3	6			
		洗面器	1	1.5	1.5			
		掃除流し	1	4	4			
	女子便所	大便器	2	8	16			
		洗面器	2	1.5	3			
		給湯室	流し	1	2			
屋外	散水栓	0	5	0				
1階	男子便所	大便器	1	5	5	39	49	220
		小便器	2	3	6			
		洗面器	2	1.5	3			
		掃除流し	1	4	4			
	女子便所	大便器	2	8	16			
		洗面器	2	1.5	3			
		給湯室	流し	1	2			
屋外	散水栓	0	5	0				
B1階	男子便所	大便器	1	5	5	10	10	180
		小便器	0	3	0			
		洗面器	0	1.5	0			
		掃除流し	0	4	0			
	女子便所	大便器	0	8	0			
		洗面器	0	1.5	0			
		給湯室	流し	0	2			
屋外	散水栓	1	5	5				

表 3.3.2-6 器具利用から予測する算定方法

階数	室名	器具名	設置器具数 [個]	累計	瞬時最大給水流量[L/min]	同時使用率[%]	流量[L/min]	合計
B1~6 階	男子便所	大便器	1	6	105	45.00	284	1027
		小便器	2	12	30	48.00	173	
		洗面器	1	7	10	58.75	41	
		掃除流し	1	6	15	62.50	56	
	女子便所	大便器	2	12	105	30.00	378	
		洗面器	2	12	10	48.00	58	
	湯沸室	流し	1	6	10	62.50	38	
屋外	散水栓		0	20	100.00	0		
B1~5 階	男子便所	大便器	1	5	105	47.50	249	939
		小便器	2	10	30	50.40	151	
		洗面器	1	6	10	62.50	38	
		掃除流し	1	5	15	66.25	50	
	女子便所	大便器	2	10	105	35.00	368	
		洗面器	2	10	10	50.40	50	
	湯沸室	流し	1	5	10	66.25	33	
屋外	散水栓		0	20	100.00	0		
B1~4 階	男子便所	大便器	1	4	105	70.00	294	897
		小便器	2	8	30	50.00	120	
		洗面器	1	5	10	66.25	33	
		掃除流し	1	4	15	70.00	42	
	女子便所	大便器	2	8	105	40.00	336	
		洗面器	2	8	10	55.00	44	
	湯沸室	流し	1	4	10	70.00	28	
屋外	散水栓		0	20	100.00	0		
B1~3 階	男子便所	大便器	1	3	105	50.00	158	683
		小便器	2	6	30	62.50	113	
		洗面器	1	4	10	70.00	28	
		掃除流し	1	3	15	85.00	38	
	女子便所	大便器	2	6	105	45.00	284	
		洗面器	2	6	10	62.50	38	
	湯沸室	流し	1	3	10	85.00	26	
屋外	散水栓		0	20	100.00	0		
B1~2 階	男子便所	大便器	1	2	105	50.00	105	539
		小便器	2	4	30	100.00	120	
		洗面器	1	3	10	85.00	26	
		掃除流し	1	2	15	100.00	30	
	女子便所	大便器	2	4	105	50.00	210	
		洗面器	2	4	10	70.00	28	
	湯沸室	流し	1	2	10	100.00	20	
屋外	散水栓		0	20	100.00	0		
B1~1 階	男子便所	大便器	1	1	105	100.00	105	335
		小便器	2	2	30	100.00	60	
		洗面器	2	2	10	100.00	20	
		掃除流し	1	1	15	100.00	15	
	女子便所	大便器	2	2	105	50.00	105	
		洗面器	2	2	10	100.00	20	
	湯沸室	流し	1	1	10	100.00	10	
屋外	散水栓		0	20	100.00	0		
B1 階	男子便所	大便器	0	0	105	100.00	0	20
		小便器	0	0	30	100.00	0	
		洗面器	0	0	10	100.00	0	
		掃除流し	0	0	15	100.00	0	
	女子便所	大便器	0	0	105	50.00	0	
		洗面器	0	0	10	100.00	0	
	湯沸室	流し	0	0	10	100.00	0	
屋外	散水栓	1	1	20	100.00	20		

表 3.3.2-7 器具給水負荷単位による算定方法

階数	室名	器具名	設置器具数[個]	給水負荷 単位	小計	合計	累計	瞬時最大 給水負荷 Qmax[L/min]
B1-6 階	男子便所	大便器	1	5	5	37	234	370
		小便器	2	5	10			
		洗面器	1	2	2			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		掃除流し	1	4	4			
給湯室	流し	1	2	2				
B1-5 階	男子便所	大便器	1	5	5	37	197	350
		小便器	2	5	10			
		洗面器	1	2	2			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		掃除流し	1	4	4			
給湯室	流し	1	2	2				
B1-4 階	男子便所	大便器	1	5	5	37	160	310
		小便器	2	5	10			
		洗面器	1	2	2			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		掃除流し	1	4	4			
給湯室	流し	1	2	2				
B1-3 階	男子便所	大便器	1	5	5	37	123	280
		小便器	2	5	10			
		洗面器	1	2	2			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		掃除流し	1	4	4			
給湯室	流し	1	2	2				
B1-2 階	男子便所	大便器	1	5	5	37	86	240
		小便器	2	5	10			
		洗面器	1	2	2			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		掃除流し	1	4	4			
給湯室	流し	1	2	2				
B1-1 階	男子便所	大便器	1	5	5	44	49	175
		小便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
	女子便所	大便器	2	5	10			
		洗面器	2	2	4			
		掃除流し	1	4	4			
給湯室	流し	1	2	2				
屋外	散水栓	1	5	5				
B1 階	男子便所	大便器	1	5	5	5	5	-

表 3.3.2-8 SHASE-S206 で求めた Qmax

瞬時最大負荷流量 Qmax[L/min]			
器具給水単位	新給水単位	器具利用率	器具給水 負荷単位
474	390	1,094	370

(2) 6階の算定

設計基準の人員法および器具法による算定結果を表 3.3.2-9～表 3.3.2-11 に示す。SHASE-S206 による算定結果を表 3.3.2-12 に示す。

表 3.3.2-9 人員法による給水量の算定

階	室名	有効面積 [m ²]	人員密度	対象人数 [人]	単位使用 水量 [L/(人・d)]	日使用 水量 [L/day]	使用 時間 [h/d]	時間 平均 使用 水量 [L/h]
6	事務室	389.49	0.2	78	80	6,240	8	780
日給水量 Qd[L/d]		6,240						6,240
時間平均予想給水量 Qh[L/h]		6,240/8						780
時間最大予想給水量 Qhm[L/h]		780*2						1,560
瞬時最大予想給水量 Qp[L/min]		(1,560*1.5)/60						39

表 3.3.2-10 器具法による給水量の算定

器具名	器具数 N[個]	使用水量 q[L/(回・個)]	1 時間あたりの使用回数の最大値 [回・h]	時間最大給水量 qhm[L/h]
大便器	1	10	12	120
小便器	2	3	20	120
洗面器	3	10	12	360
掃除流し	1	-	-	
流し	1	-	-	
時間最大予想給水量 Qhm[L/h]	600			600
時間平均予想給水量 Qh[L/h]	600/2			300
日給水量 Qd[L/d]	300*8			2400
瞬時最大予想給水量 Qm[L/min]	600*2.5/60			25

表 3.3.2-10 設計基準より求めた値

	人員法	器具法
Qday[L/day]	6,240	2,400
Qmax[L/min]	39	25

表 3.3.2-11 SHASE-S206 で求めた Qmax

瞬時最大級流量 Qmax[L/min]			
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
175	210	355	267

(3) 4~5階の算定

設計基準の人員法および器具法による算定結果を表 3.3.2-13~表 3.3.2-15 に示す。SHASE-S206 による算定結果を表 3.3.2-16 に示す。

表 3.3.2-13 人員法による給水量の算定

階	室名	有効面積 [㎡]	人員密度	対象人数 [人]	単位使用水量 [L/(人・d)]	日使用水量 [L/day]	使用時間 [h/d]	時間平均使用水量 [L/h]
4・5	事務室	405.34	0.2	81	80	6,480	8	810
日給水量 Qd[L/d]		6,480						6,480
時間平均予想給水量 Qh[L/h]		6,480/8						810
時間最大予想給水量 Qhm[L/h]		810*2						1620
瞬時最大予想給水量 Qp[L/min]		(1,620*1.5)/60						40.5

表 3.3.2-14 器具法による給水量の算定

器具名	器具数 N[個]	使用水量 q[L/(回・個)]	1 時間あたりの使用回数の最大値 [回・h]	時間最大給水量 qhm[L/h]
大便器	1	10	12	120
小便器	2	3	20	120
洗面器	3	10	12	360
掃除流し	1	-	-	
流し	1	-	-	
時間最大予想給水量 Qhm[L/h]		600		600
時間平均予想給水量 Qh[L/h]		600/2		300
日給水量 Qd[L/d]		300*8		2,400
瞬時最大予想給水量 Qm[L/min]		600*2.5/60		25

表 3.3.2-15 設計基準より求めた値

	人員法	器具法
Qday[L/day]	6,480	2,400
Qmax[L/min]	41	25

表 3.3.2-16 SHASE-S206 で求めた Qmax

瞬時最大級流量 Qmax[L/min]			
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
175	210	355	267

(4) 1～3階の算定

設計基準の人員法および器具法による算定結果を表 3.3.2-17～表 3.3.2-19 に示す。
SHASE-S206 による算定結果を表 3.3.2-20 に示す。

表 3.3.2-17 人員法による給水量の算定

階	室名	有効面積 [m ²]	人員密度	対象人数[人]	単位使用水量 [L/(人・d)]	日使用水量 [L/d]	使用時間 [h/d]	時間平均使用水量 [L/h]	
3	事務室	405.34	0.2	81	80	6480	8	810	
2	法律事務所	405.34	0.2	81	80	6480	8	810	
1	医療関係学会	373.55	0.2	74	80	5920	8	740	
日給水量 Qd[L/d]		18,880							18,880
時間平均予想給水量 Qh[L/h]		18,880/8							2,360
時間最大予想給水量 Qhm[L/h]		2,360*2							4,720
瞬時最大予想給水量 Qp[L/min]		(4,720*1.5)/60							118

表 3.3.2-18 器具法による給水量の算定

器具名	器具数 N [個]	使用水量 q [L/(回・個)]	1時間あたりの使用回数の最大値 [回・h]	時間最大給水量 qhm[L/h]
大便器	9	10	12	1,080
小便器	6	3	20	360
洗面器	10	10	12	1,200
掃除流し	6	-	-	
水栓	3	-	-	
時間最大予想給水量 Qhm[L/h]		2,640		2,640
時間平均予想給水量 Qh[L/h]		2,640/2		1,320
日給水量 Qd[L/d]		1,320*8		10,560
瞬時最大予想給水量 Qm[L/min]		(2,640*2.5)/60		103

表 3.3.2-19 設計基準より求めた値

	人員法	器具法
Qday[L/day]	18,880	10,560
Qmax[L/min]	118	103

表 3.3.2-20 SHASE-S206 で求めた Qmax

瞬時最大級流量 Qmax[L/min]			
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
280	290	702	388

3.3.2 MSWC による算定値

(1) 全階の給水負荷

1) 面積人員による算定

全階の面積人員による算定におけるシミュレーション条件を表 3.3.3-1 に示す。

表 3.3.3-1 全階面積人員でのシミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	7	12	7	12	12
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]	17.2	5	6	17.2	11
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]	49.8	30	5	49.8	5
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)	335	355	355	141	141
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[°C]	22	22	22	22	22

全階の面積人員による算定におけるシミュレーション結果を表 3.3.3-2 に示す。

表 3.3.3-2 全階面積人員でのシミュレーション結果

集計時間	最大給水量[L]
10 秒	36
01 分	123
10 分	291
60 分	1,707
1 日	17,813

2) 計測人員による算定

全階の計測人員による算定におけるシミュレーション条件を表 3.3.3-3 に示す。

表 3.3.3-3 全階計測人員によるシミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	7	12	7	12	12
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]	17.2	5	6	17.2	11
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]	49.8	30	5	49.8	5
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)	181	181	181	71	71
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[°C]	22	22	22	22	22

全階の計測人員による算定におけるシミュレーション結果を表 3.3.3-4 に示す。

表 3.3.3-4 全階計測人員によるシミュレーション結果

集計時間	最大給水量[L]
10 秒	28
01 分	79
10 分	209
60 分	993
1 日	8,857

(2) 4~6階の各階の給水負荷

1) 面積人員による算定

面積人員による4~6階各階のシミュレーション条件を表3.3.3-5~表3.3.3-6に示す。また、4階は有効面積が5階と同じであるため、4階と5階の表は合わせて表3.3.3-6に示す。

表 3.3.3-5 6階面積人員でのシミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	1	2	1	2	2
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]	17.2	5	6	17.2	11
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]	49.8	30	5	49.8	5
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)	55	55	55	23	23
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[°C]	22	22	22	22	22

表 3.3.3-6 4、5階面積人員でのシミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	1	2	1	2	2
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]	17.2	5	6	17.2	11
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]	49.8	30	5	49.8	5
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)	57	57	57	24	24
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[°C]	22	22	22	22	22

表 3.3.3-7 シミュレーション結果

階	日給水量 [L/day]	瞬時最大給水流量 [L/min]
6階	2,634	67
5階	2,707	70
4階	2,707	70

2) 計測人員による算定

計測人員による 4~6 階各階のシミュレーション条件を表 3.3.3-8~表.3.3-10 に示す。

表 3.3.3-8 6 階計測人員によるシミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	1	2	1	2	2
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]	17.2	5	6	17.2	11
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]	49.8	30	5	49.8	5
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)	22	22	22	7	7
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[°C]	22	22	22	22	22

表 3.3.3-9 5 階計測人員によるシミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	1	2	1	2	2
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]	17.2	5	6	17.2	11
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]	49.8	30	5	49.8	5
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)	55	55	55	22	22
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[°C]	22	22	22	22	22

表 3.3.3-10 4階計測人員によるシミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	1	2	1	2	2
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]	17.2	5	6	17.2	11
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]	49.8	30	5	49.8	5
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)	36	36	36	17	17
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[°C]	22	22	22	22	22

計測人員による算定におけるシミュレーション結果を表 3.3.3-7 に示す。

表 3.3.3-11 シミュレーション結果

階	日給水量 [L/day]	瞬時最大給水流量 [L/min]
6階	1,062	55
5階	2,668	68
4階	1,894	69

(3) 1～3階の各階の算定

1) 面積人員による算定

1～3階の面積人員によるシミュレーション条件を表3.3.3-12に、算定結果を3.3.3-13にしめす。

表 3. 3. 3-12 1～3階有効面積人員によるシミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	4	6	4	6	6
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]	17.2	5	6	17.2	11
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]	49.8	30	5	49.8	5
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)	55	55	55	23	23
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[℃]	22	22	22	22	22

表 3. 3. 3-13 1～3階有効面積人員によるシミュレーション結果

階	日給水量 [L/day]	瞬時最大給水流量 [L/min]
1～3階	8,016	109

2) 面積人員による算定

1~3 階の計測人員によるシミュレーション条件を表 3.3.3-14 に、算定結果を 3.3.3-15 に示す。

表 3.3.3-14 1~3 階計測人員によるシミュレーション条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]	1	2	1	2	2
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]	17.2	5	6	17.2	11
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]	49.8	30	5	49.8	5
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)	68	68	68	25	25
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[°C]	22	22	22	22	22

表 3.3.3-15 1~3 階計測人員によるシミュレーション結果

階	日給水量 [L/day]	瞬時最大給水流量 [L/min]
1~3 階	3,211	74

3.3.3 各種算定値と実測値の比較

(1) 全階の比較

各種給水負荷算定法による算定結果を図 3.3.3-1～図 3.3.3-2 に示す。図 3.3.3-1 より Qday において、設計基準では実測値と比較すると人員法が 4.0 倍、器具法が 2.2 倍となり、負荷を過大に予測していることが確認できた。一方 MSWC では有効面積人員では 1.7 倍、計測人員で 0.9 倍となり、設計基準と比較すると精度が高いことが確認できる。また、Qmax においても設計基準は実測値の約 3 倍、SHASE-S206 では 4.8 倍～14.1 の負荷を予測しており、過大に予測していることが分かるが、MSWC の有効面積人員では 1.6 倍、計測人員では 1.0 倍となり、非常に精度が高いことが分かる。

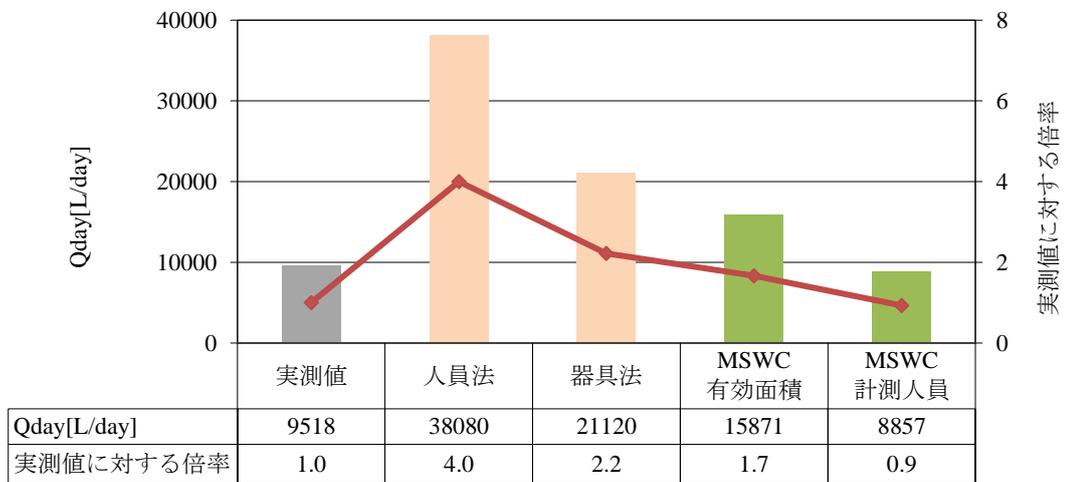


図 3.3.3-1 全階における各種給水負荷算定法での Qday

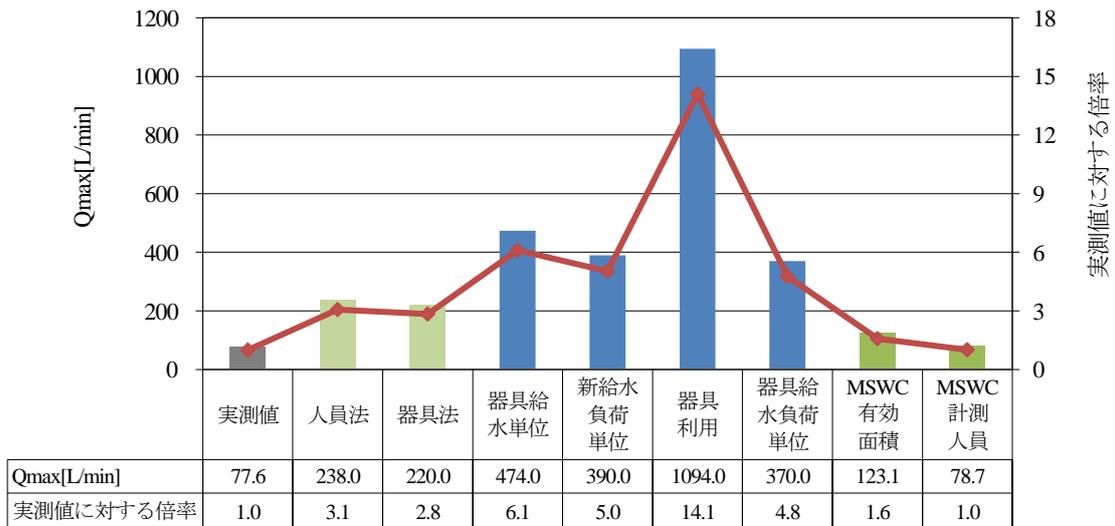


図 3.3.3-2 全階における各種給水負荷算定法での Qmax

(2) 4~6階の比較

1) 6階の比較

各種給水負荷算定法による算定結果を図 3.3.3-3～図 3.3.3-4 に示す。図 3.3.3-3 より、 Q_{day} において設計基準の人員法では実測値に対し 4.1 倍の負荷を予測していたが、器具法では大きな差は見られなかった。一方 MSWC では計測人員で 30%の誤差となり、もっとも実測値に近いものとなった。また、 Q_{max} では設計基準が最も実測値に近いものとなった。

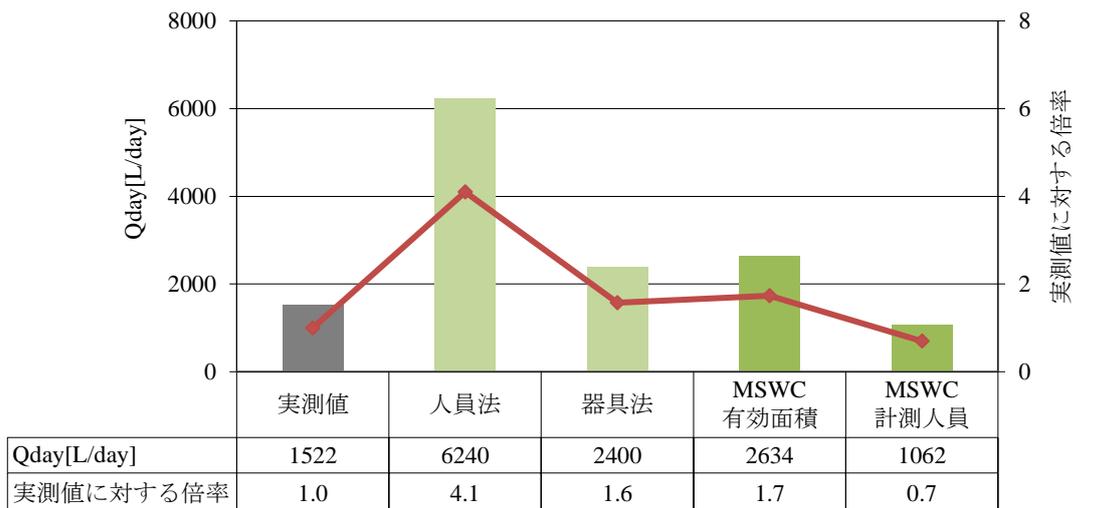


図 3.3.3-3 6階における各種給水負荷算定法での Q_{day}

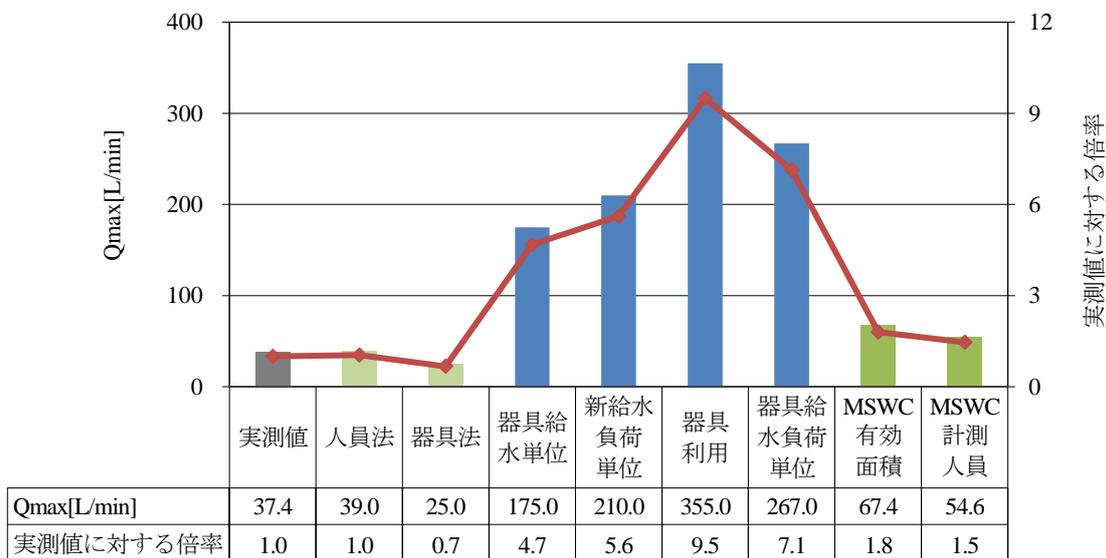


図 3.3.3-4 6階における各種給水負荷算定法での Q_{max}

2) 5階の比較

各種給水負荷算定法による算定結果を図 3.3.3-5～図 3.3.3-6 に示す。図 3.3.3-5 より、 Q_{day} においては、人員法では実測値に対し 2.6 倍の差が生じたが、それ以外の算定法では実測値とほぼ同程度の値となった。図 3.3.3-6 より Q_{max} においては設計基準では人員法と器具法ともに実測値の 0.5 倍前後となり、SHASE-S206 では 2.7 倍~5.4 倍の差が生じ、正しく予測できていないことが分かる。一方で MSWC では有効面積人員で 1.1 倍、計測人員で 1.0 倍と非常に精度が高いものとなった。

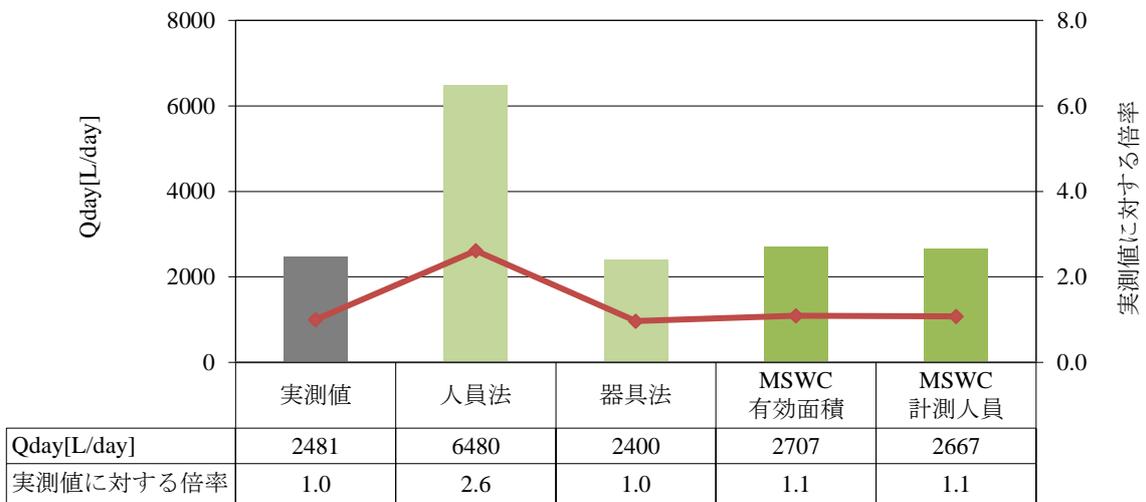


図 3.3.3-5 5階における各種給水負荷算定法での Q_{day}

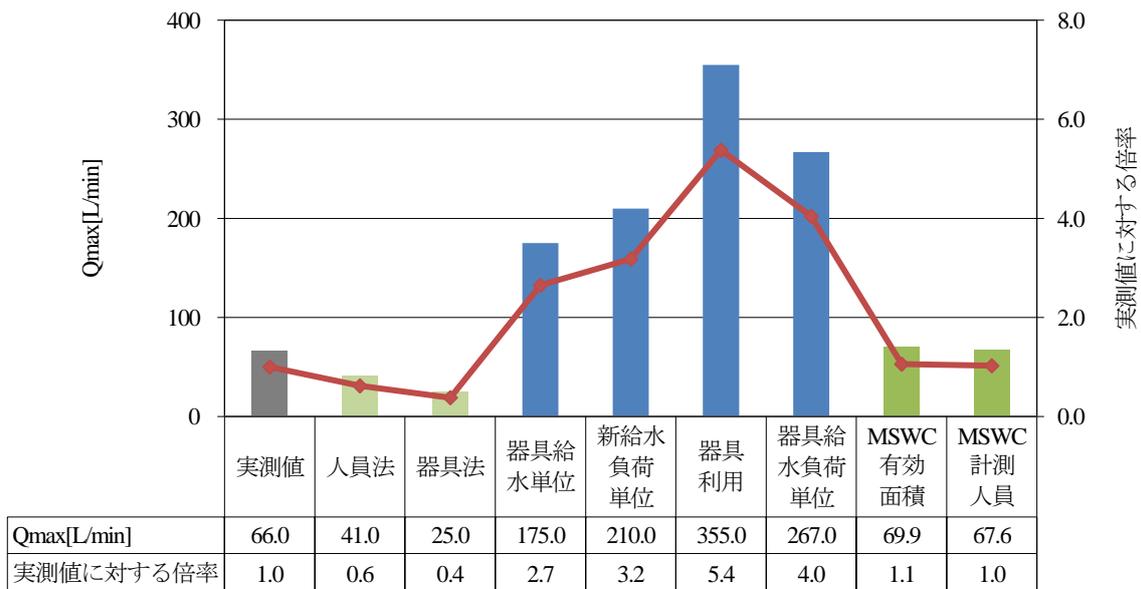


図 3.3.3-6 5階における各種給水負荷算定法での Q_{max}

3) 4階の比較

各種給水負荷算定法による算定結果を図 3.3.3-7～図 3.3.3-8 に示す。図 3.3.3-7 より、Qday は、5階における算定結果と同じく人員法で大きな差が生じたが、それ以外の算定法では実測値と近い値となった。Qmax でも5階と同様の結果となった。

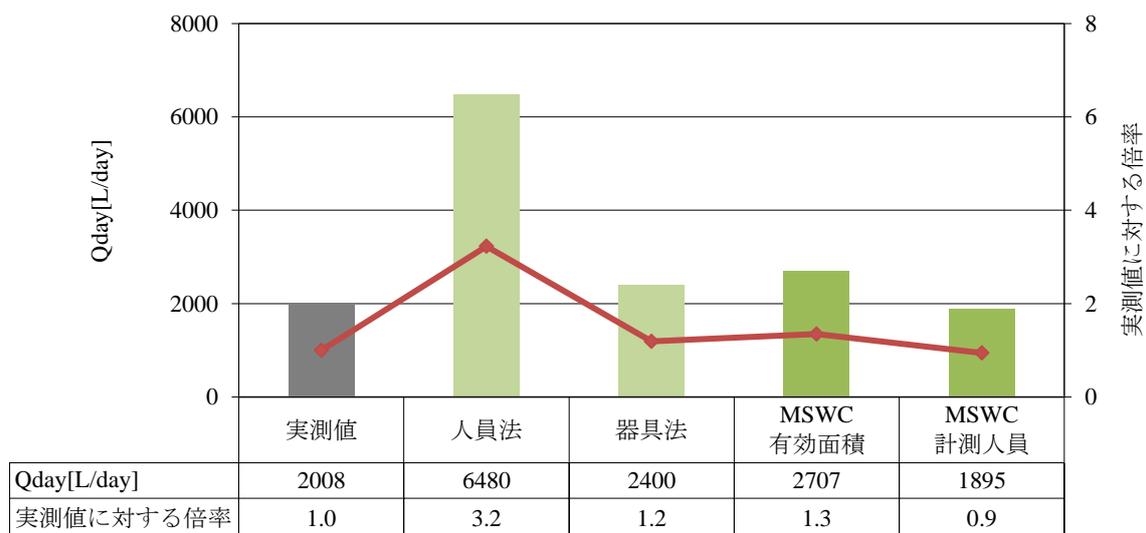


図 3.3.3-7 4階における各種給水負荷算定法での Qday

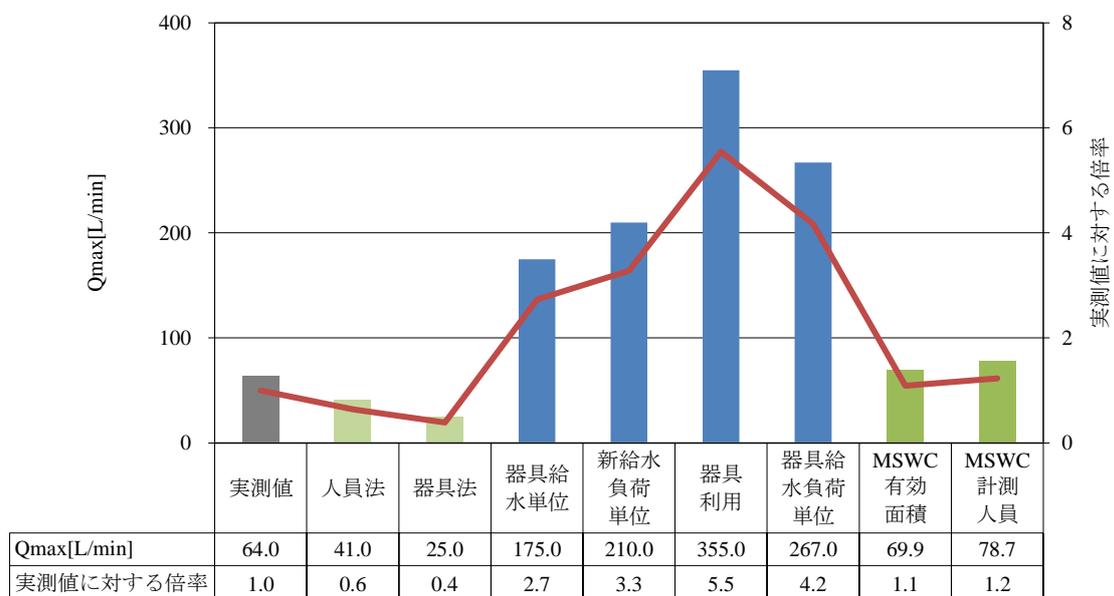


図 3.3.3-8 4階における各種給水負荷算定法での Qmax

(3) 1～3階の比較

各種給水負荷算定法による算定結果を図 3.3.3-9～図 3.3.3-10 に示す。比較により、計測人員による MSWC での算定値は非常に精度が最も近似した。

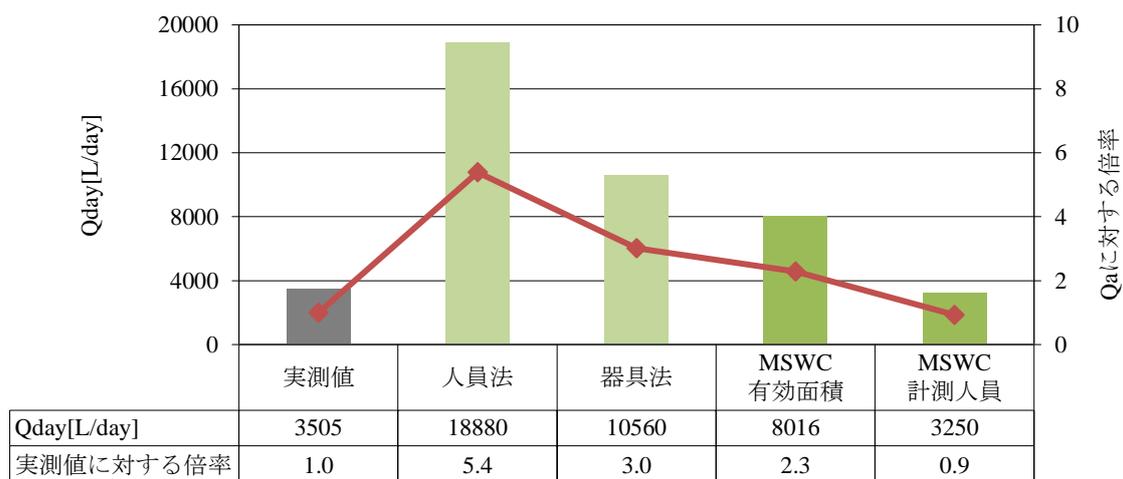


図 3.3.3-9 1～3階における各種給水負荷算定法での Qday

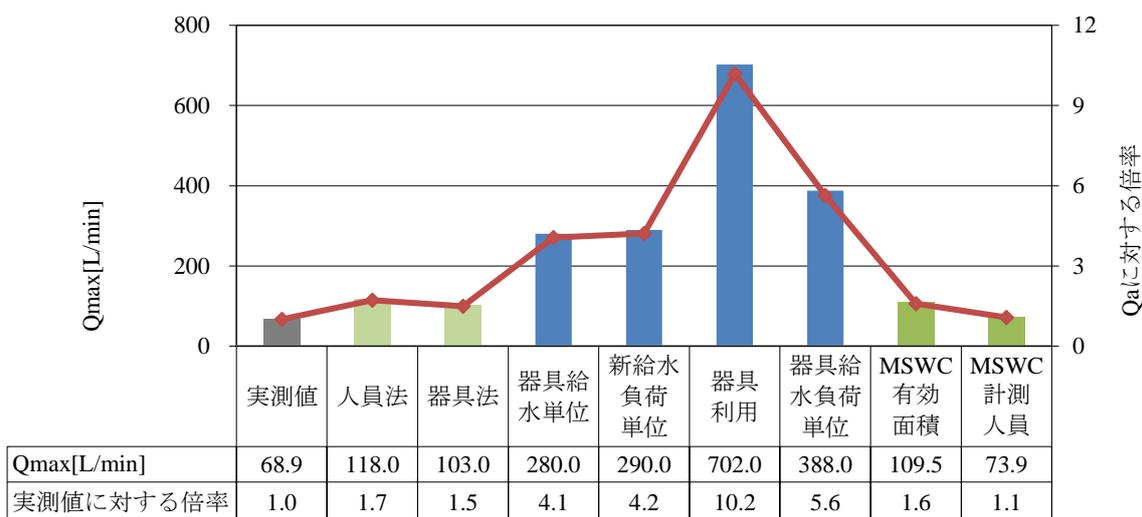


図 3.3.3-10 1～3階における各種給水負荷算定法での Qmax

第 4 章

給水ポンプ消費電力量の算定および比較・検証

4.1 測定概要

4.1.1 測定目的

MSWC を用いて、給水ポンプの消費電力量を算定することが期待されているが、給水流量から電力消費量の計算方法は必要となっている。また、第5章に提案した小型高置水槽を加えた直結増圧給水システムを省エネルギーの観点（消費電力量）で評価することで、本章では、電力消費量計算方法を検討した。その計算方法を用いて、実測した流量をもとにポンプの消費電力量を算定し、その算定結果を評価することを目的とし、事務所ビルの給水流量および消費電力量などの給水ポンプに関するデータを測定した。

4.1.2 測定方法

第3章で述べた T ビルにおいて、計測期間：2015年12月16日18時～12月17日18時の1日のデータを計測した。給水ポンプの給水本管に電磁流量計、給水ポンプの制御盤に PC を設置して、給水流量、給水ポンプの吸込・吐出圧力および消費電力を1秒ごとに測定した。

4.1.3 測定結果

給水流量の1日測定値は11,383Lとなり、測定した1日の給水量消費電力量は2.71kWhとなった。また、給水流量および消費電力の変動を図4.1.3-1～4.1.3-2に示す。

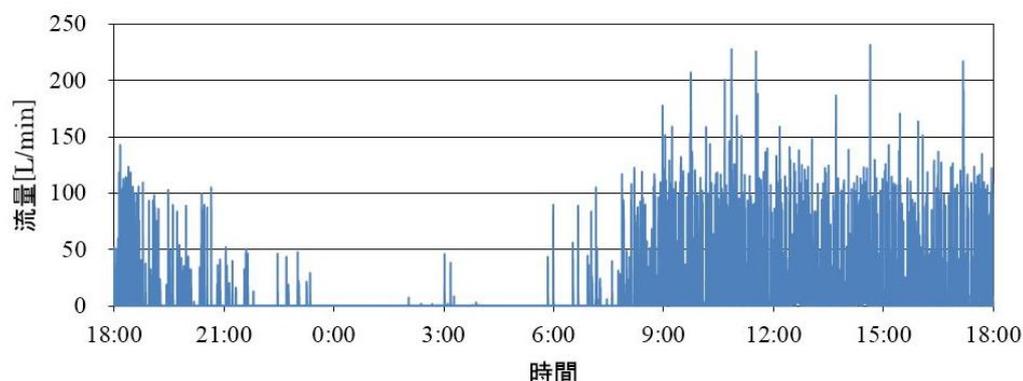


図 4.1.3-1 1日給水流量の変動（1秒間隔値）

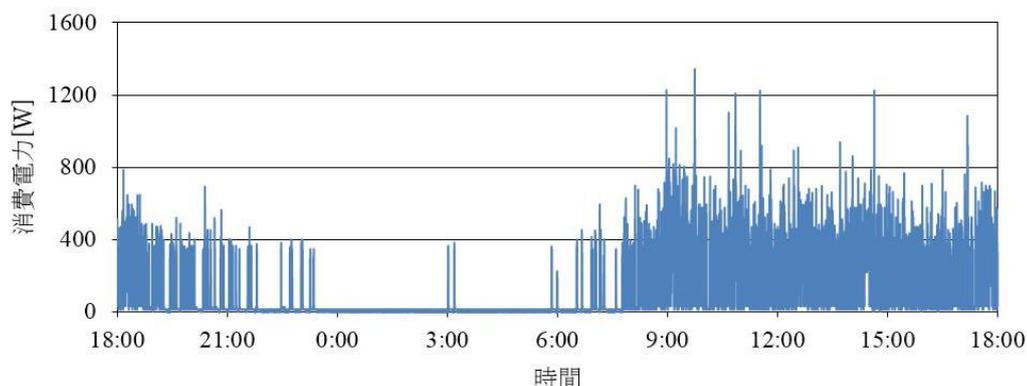


図 4.1.3-2 1日消費電力の変動（1秒間隔値）

4.2 給水流量による消費電力量の算定

4.1 節で述べたように、給水ポンプの消費電力を算定するため、給水流量、ポンプの吸込・吐出圧力を測定した。測定機器の設置場所を図 4.2-1 に示す。全建物の給水流量を電磁流量計より測定し、ポンプの吸込・吐出圧力および実際の消費電力量を制御盤に接続したパソコンより測定した。

また、関数化した算定が必要な対象ビルの給水ポンプの性能曲線および逆流防止弁の圧力損失曲線を図 4.2-2～図 4.2-3 に示す。

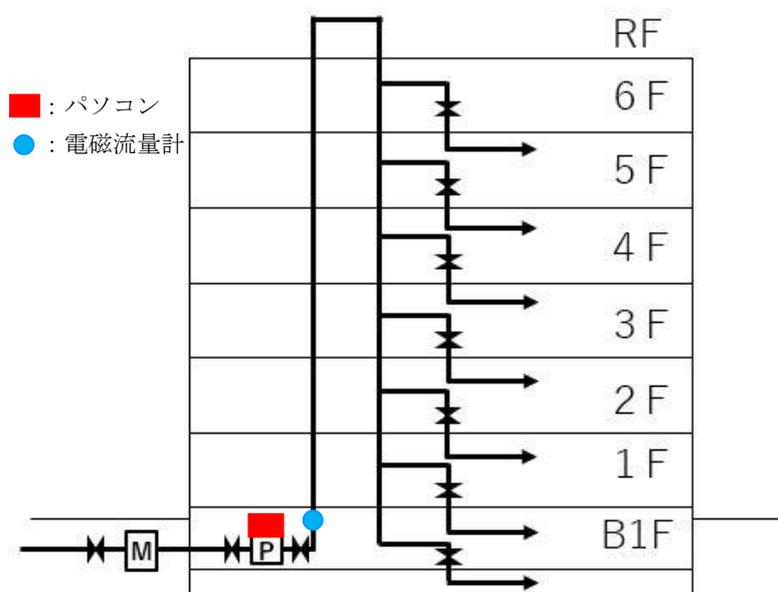


図 4.2-1 測定機器の設置場所

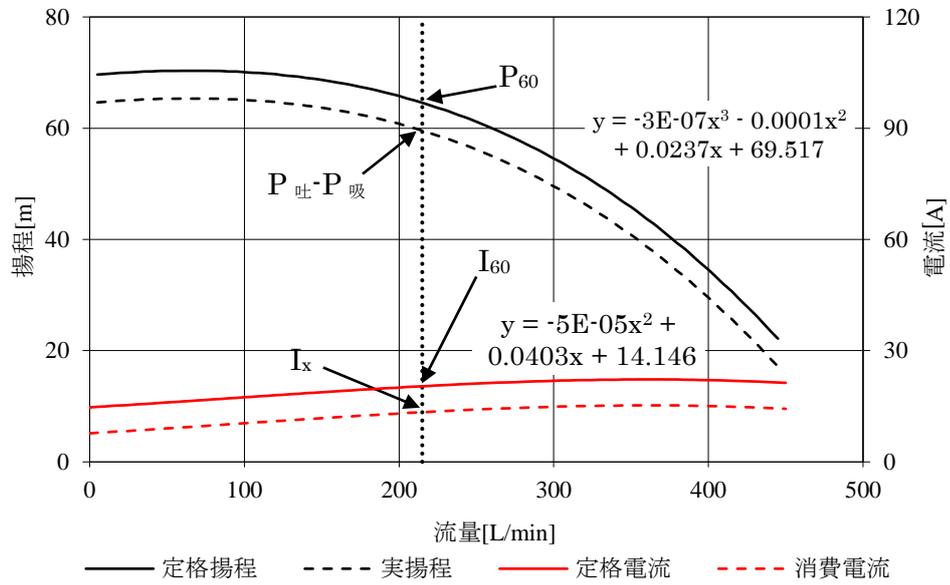


図 4.2-2 ポンプ性能曲線

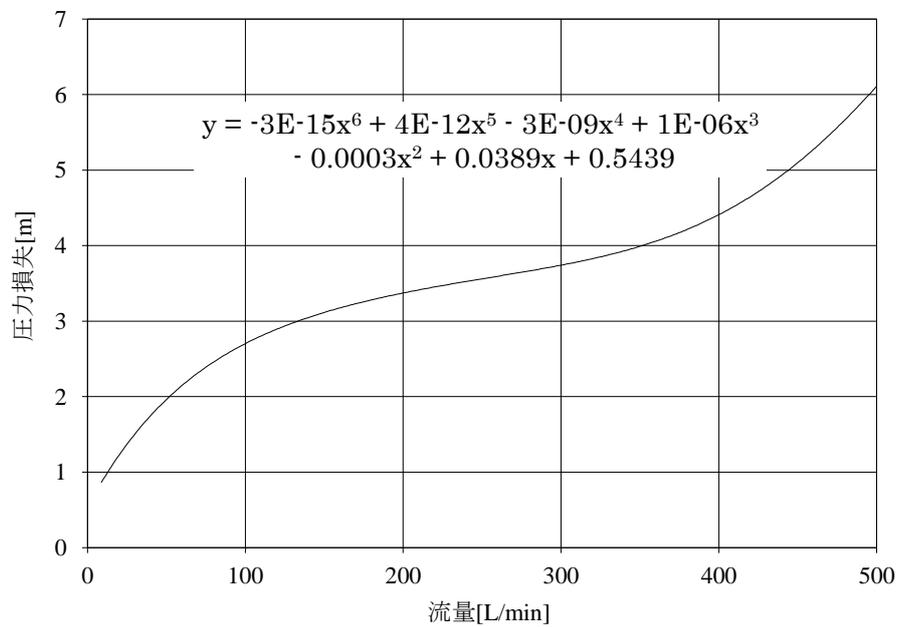


図 4.2-3 逆流防止弁による圧力損失 (50A)

消費電力量の算出方法は以下に示す。式（１）により、実際に測定したポンプの吸込圧力、吐出圧力および関数化した逆流防止弁による揚程損失から、流量に対する実揚程を算出した。

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

P_x : 実揚程[m] $P_{吐}$: 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]

次に、算出した実揚程および実流量に対応している定格周波数でのポンプ揚程を式（２）に代入し、実揚程に対応する運転周波数が算出できる。

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

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[Hz] f_{60} : 定格周波数[Hz](60Hz)

そして、実揚程に対応する運転周波数および定格電流を式（３）に代入し、実流量に対するポンプの消費電流が算出できる。

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

I_x : 消費電流[A] I_{60} : 定格電流[A]

さらに、算出した消費電流を利用して、実流量に対するポンプの消費電力を式（４）より算出できる。

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

Q_x : 消費電力[kW]

以上で算出した実流量に対する消費電力を積算して、式（5）を利用してポンプの1日運転時消費電力量が算出できる。

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

$Y_{\text{運}}$ ：運転時消費電力量[kWh] n ：運転時間[s]

式（6）により、運転時間以外の待機時間の消費電力を算出して、式（7）に代入してポンプの1日の消費電力量を算出した。また、1秒当たりの消費電力を0.33kWにした。

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

$Y_{\text{休}}$ ：待機消費電力量[kWh] m ：待機時毎秒消費電力量[kWh]

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

Y ：消費電力量[kWh]

また、図 4.2.1～図 4.2.1 に示しているポンプ性能曲線および逆流防止弁による圧力損失の関数の各係数は小数点以下4位ほどで表示しているが、実際の算定する時に誤差を最大限に減少するため、各係数は小数点以下30位ほどで計算すべきである。

4.3 測定および算定した消費電力量の比較

測定および算定した消費電力量の比較を図 4.3-1 に示す。算定した消費電力量は 2.69kWh となり、実測値の 2.89kWh に比べて-7%の誤差が生じ、算定精度が高いことが確認された。また、図 4.3-2 に示している MSWC で算定した給水流量を用いて電力量を算定した。実測値を用いて消費電力量を算定する場合、各流量値に対するポンプの吸込圧力と吐出圧力実測値を用いたが、MSWC 出の算定はそのデータがないため、ポンプの設定圧力で算定を行った。そのため、図 4.3-1 に示すように、MSWC の計算結果は実測値より+50%の誤差が生じた。

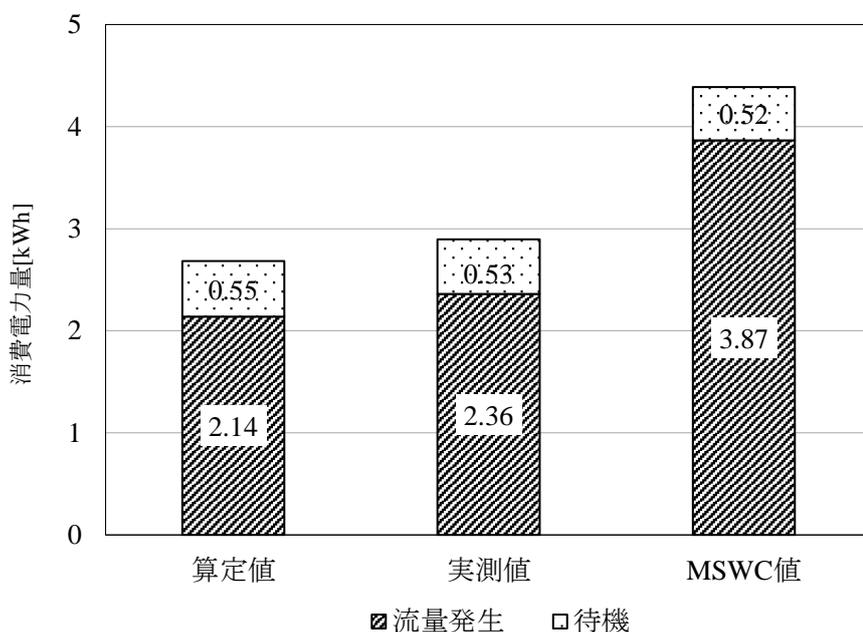


図 4.3-1 測定および算定した消費電力量の比較

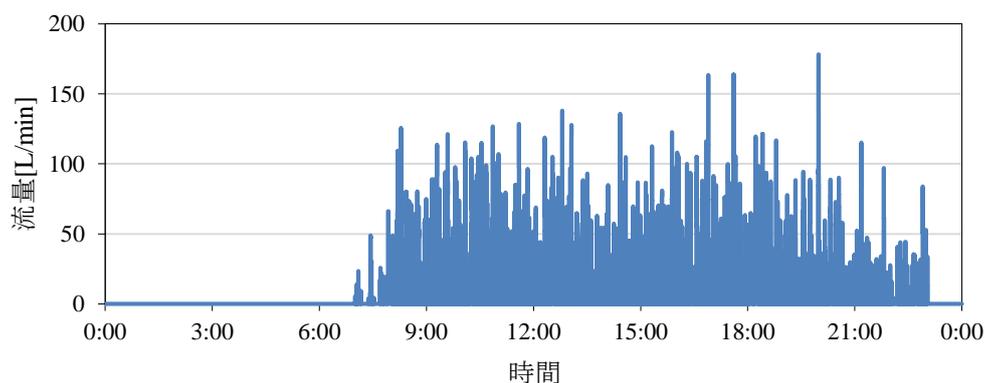


図 4.3-2 MSWC の算定結果

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

5.1 システムの検討

5.1.1 検討目的

建物の用途によっては、高置水槽式給水及び直結増圧方式給水が一般的に採用されている。高置水槽方式について、給水ポンプが頻繁に作動せず、省エネの面に満たしているが、建築物環境衛生管理基準による一定の期間による清掃が必要となることと共に、水槽の導入によりコストも上昇する。直結増圧方式について、衛生の観点から定期的に掃除は必要ではないが、設置圧力の維持や水利用のピーク時間帯の最大給水負荷を負担するため、ポンプが頻繁に作動することにより、余分な電力が消費されている。

非住宅建物のトイレについて、一般にフラッシュバルブ式大便器（以下 FVWC という）が汎用されている。図 5.1.1-1～図 5.1.1-2 に示すように、FVWC が作動する場合、数値的には使用水量の 5 倍以上の瞬間最大流量が 5 秒間に発生し、トイレが集中に利用されている時間帯には、複数の FVWC を同時に利用することにより、瞬間のピーク値が多く現れる。その瞬間のピーク値を瞬間最大負荷として FVWC が採用された給水システムを設計すると、一般タイプの給水タンク式大便器が採用された給水システムより大きい容量な配管や給水ポンプが必要となる。しかしながら、図 5.1.1-3～図 5.1.1-4 に示している実測値の集計結果のように、1 日中の瞬間最大ピーク値は短時間に集中しており、それ以外の時間の給水負荷はピーク値の 2 分の 1 以下に集中している。

そこで、本章では、省エネルギー給水システムを作成することを目的とし、短時間に集中している瞬間最大ピーク値をカバーして、給水ポンプの効率を最大化にすることが可能な小型高置水槽を加えた直結増圧給水システム（以下、小型水槽システムという）を提案した。

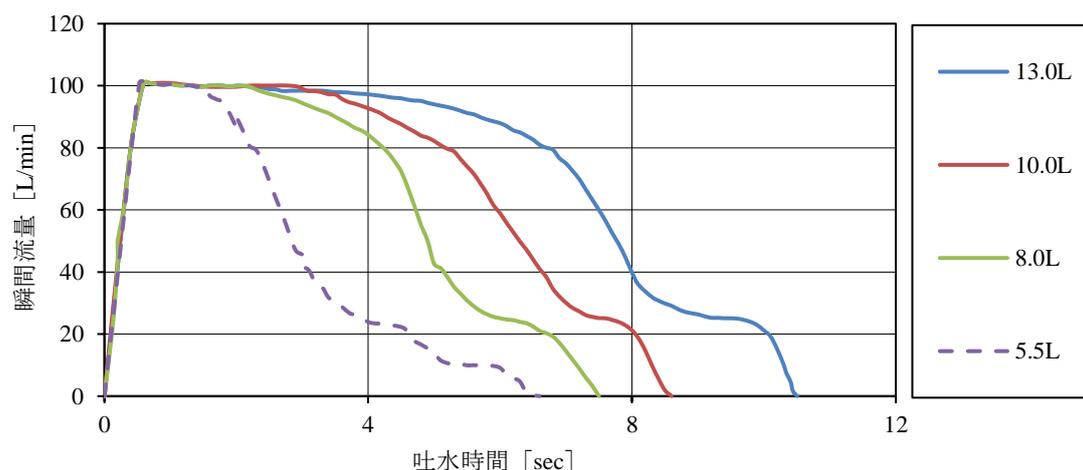


図 5.1.1-1 FVWC の流量特性線図

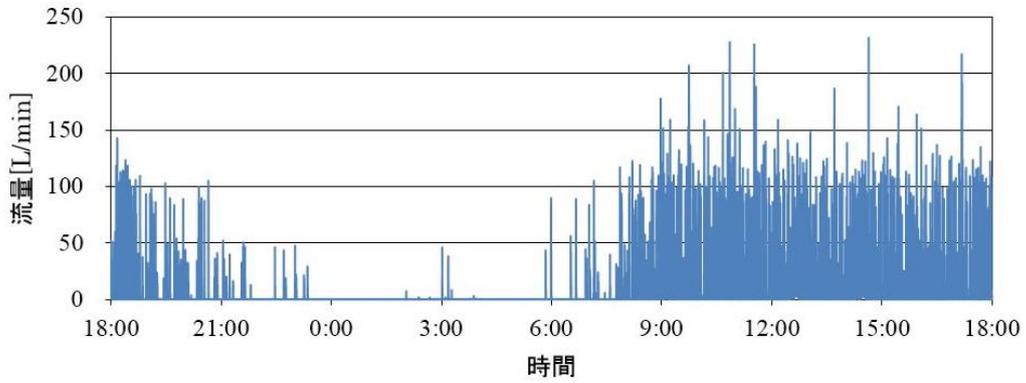


図 5.1.1-2 計測した1日の給水流量変動（1秒間隔値）

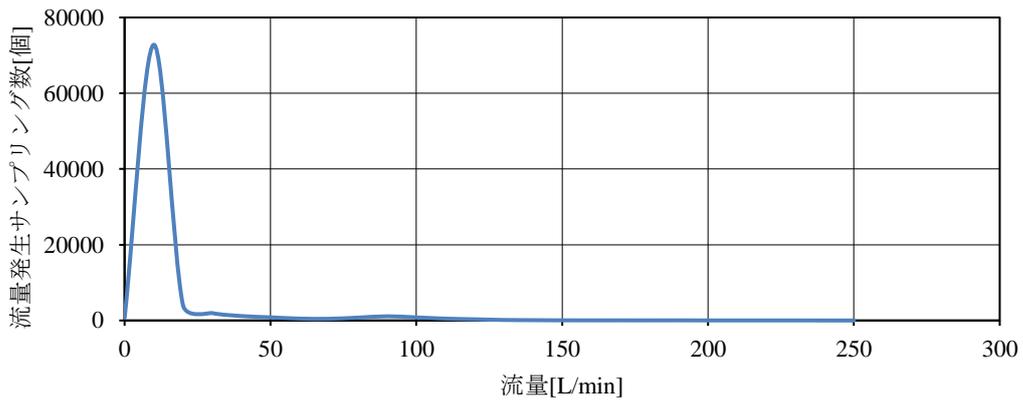


図 5.1.1-3 計測した1日の給水流量分布（1秒間隔）

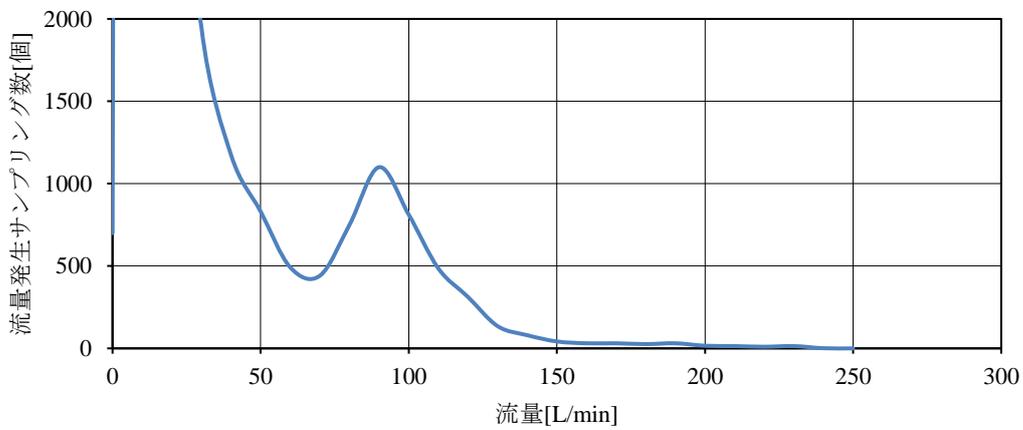


図 5.1.1-4 一部拡大した計測した1日の給水流量分布（1秒間隔）

5.1.2 システムの構成、特徴および検討事項

システムの構成を図 5.1.2-1～図 5.1.2-2 に示す。小型水槽システムは、ペントハウスなし・ありとも対応している。ペントハウスなしの場合、屋上に高置水槽を設置する。最上の2階は高置水槽から給水ポンプで給水し、その以下は高置水槽から重力方式で給水する。ペントハウスありの場合は屋上よりの高さに水槽を設置し、高置水槽以下には重力方式で給水する。

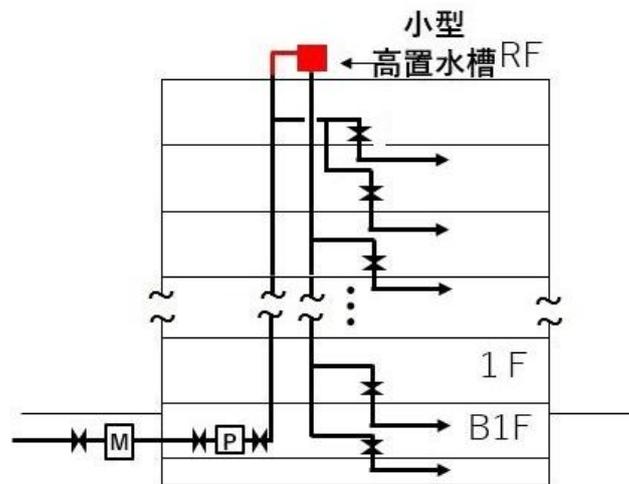


図 5.1.2-1 システム構成図（ペントハウスなし）

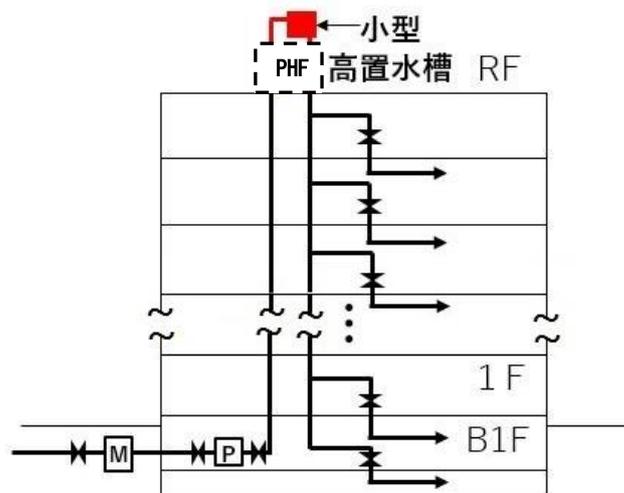


図 5.1.2-2 システム構成図（ペントハウスあり）

小型水槽システムの水槽の構成を図 5.1.2-3 に示す。建築物衛生法などにおいて、「貯水槽の点検など、有害物、汚水等によって水が汚染されるのを防止するため必要な措置」として、「1 年以内ごとに 1 回」の定期清掃義務が定められている。その義務の埒外にするため、小型水槽システムの水槽の容量は 1m^3 以下とする。なお、本論で検討する小型水槽の外形寸法は $1\text{m}\times 1\text{m}\times 1\text{m}$ のものにした。また、本論で検討する水槽の形状は立方体にしたが、将来には自由形状を検討する予定である。

水槽内に微物の停滞や堆積などを減少させるため、槽内の水全体の流動性を確保すべきである。そこで、本章にて提案する $1\text{m}\times 1\text{m}\times 1\text{m}$ の水槽であれば、水槽の内壁に付着している微物を噴射・スプレーなどにより除去でき、簡便に清掃できる。

図 5.1.2-3 に示すように水槽は 3 つの水位レベルセンサーに感知され、その水位レベルセンサーで省エネ運転モード式のインバーターポンプを制御する。満水水位を 80cm（容量 0.8m^3 ）に設定する。給水システムの各末端に水が使われ、水位が 80cm~50cm に減少する間、給水ポンプが停止のままにする。水が使い続けており、水位が 50cm 以下に減少した瞬間、水位の減少が水位レベルセンサーに感知され、給水ポンプを起動し、省エネ運転モード（効率最大の最大給水流量）で一定の量で水槽に水を供給する。水槽の水が補充され、水位が 80cm に到達するとき、ポンプが停止し、待機状態になる。また、水の集中利用により、水位が警報水位に到達する場合、ポンプがさらに大流量を提供し、水槽の水を補充する。

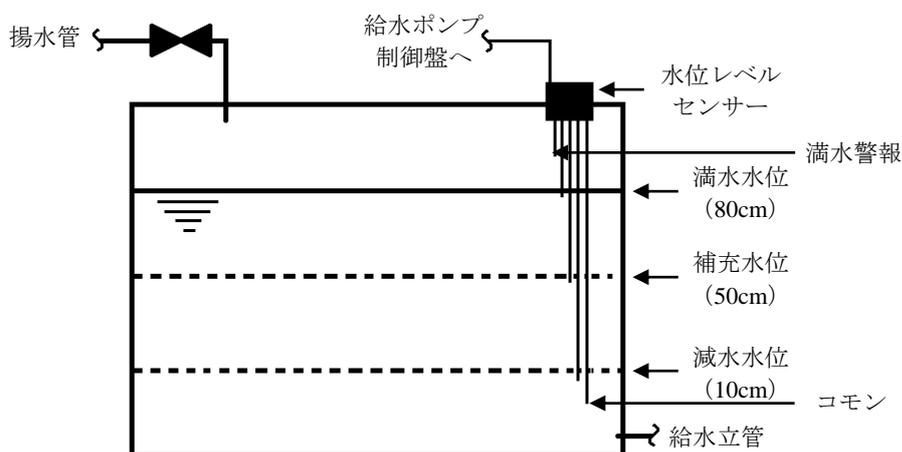


図 5.1.2-3 小型高置水槽の構成

5.2 システムの性能評価

5.2.1 評価方法

第4章において、給水ポンプの消費電力量の算定法を提案した。本節では、その算定法を用いて、Tビルの計測期間：2015年12月16日18:00～2015年12月17日18:00、1日分の計測データを取り上げ、小型水槽システムの節電性能を評価した。

直結増圧給水システム、従来高置水槽給水システム（以下高置水槽システムという）および小型水槽システムの3つのシステムの消費電力量を比較した。Tビルは直結増圧給水システムのため、その実測値を評価基準とした。高置水槽システムおよび小型水槽システムについて、既設給水ポンプ（以下、既設ポンプという）、および高置水槽の揚水専用ポンプ（以下、新設ポンプという）を用いて消費電力量を算定した。

5.2.2 従来高置水槽給水システムの評価

(1) 既設ポンプの場合

既存給水システムの概要を表5.2.2-1に示す。

表 5.2.2-1 既存給水システムの概要

項目	概要
給水引込み管	50A
揚水管	50A
給水立管	75A
給水ポンプ	50A×400L/min×3.7kW

高置水槽を設置する場合は、容量および設置高さを決定すべきである。その決定手順は以下に示す。

①給水量の算定

第3章でTビル給水量の算定結果を表5.2.2-2に再掲する。

表 5.2.2-2 給水システムの給水量の算定

階	室名	有効面積 [m ²]	人員密度	対象人数 [人]	単位使用水量 [L/(人・d)]	日使用水量 [L/d]	使用時間 [h/d]	時間平均 使用水量 qh[L/h]
6	事務室	389.49	0.2	78	80	6,240	8	780
5	事務室	405.34	0.2	81	80	6,480	8	810
4	事務室	405.34	0.2	81	80	6,480	8	810
3	事務室	405.34	0.2	81	80	6,480	8	810
2	法律事務所	405.34	0.2	81	80	6,480	8	810
1	医療関係学会	373.55	0.2	74	80	5,920	8	740
B1	駐車場	-	-	-	-	-	-	-
合計		-	-	-	-	38,080	-	4,760
時間平均給水量 Qh		4,760						4,760[L/h]
時間最大給水量 Qhm		4,760×2						9,520[L/h]
瞬時最大給水量 Qp		4,760×3						14,280[L/min]
瞬時平均給水量 Qm		4,760						79.3[L/min]
日給水量 Qd[L/d]		38,080						38,080[L/day]

②受水槽の容量決定

設計基準を参考し、Tビルの日給水量 Qd は表 5.2.2-1 による。

$$Qd=38,080L/d$$

受水槽の有効容量 Vhe は、日給水量 Qd の 0.5 倍とすると、次に示す。

$$Vre=0.5Qd=0.5 \times 38,080=19,040L=19m^3$$

有効容量 Vhe は、一般実容量の 0.7~0.8 倍であるので、有効率 r=0.75 とすると、実容量 Vrr は次に示す。

$$Vrr=Vre/r=19/0.75=25.3m^3$$

水槽の仕様は Vrr を超える容量として、5L×3.5W×1.5H (26.3m³) が選定される。

受水槽容量の計算結果を表 5.2.2-3 に示す。

表 5. 2. 2-3 受水槽の容量の計算

項目		数値	備考
日給水量 Qd	[L/d]	38,080L/d	表 5.2.2-1
有効容量 Vre	[m ³]	19m ³	Vre=0.5Qd
実容量 Vrr	[m ³]	25.3m ³	Vrr=Vre/0.75
容量 (仕様)	[mL×mW×mH]	5L×3.5W×1.5H	パネルユニットサイズ : 0.5m

③高置水槽の容量決定

設計基準を参考し、Tビルの日給水量 Qd は表 5.2.2-1 による。

$$Qd=38,080L/d$$

高置水槽の有効容量 Vhe は、日給水量 Qd の 0.1 倍とすると、次に示す。

$$Vhe=0.1Qd=0.1 \times 38,080=3808L=4m^3$$

有効容量 Vhe は、一般実容量の 0.7~0.8 倍であるので、有効率 r=0.75 とすると、実容量 Vhr は次に示す。

$$Vhr=Vhe/r=4/0.75=5.3m^3$$

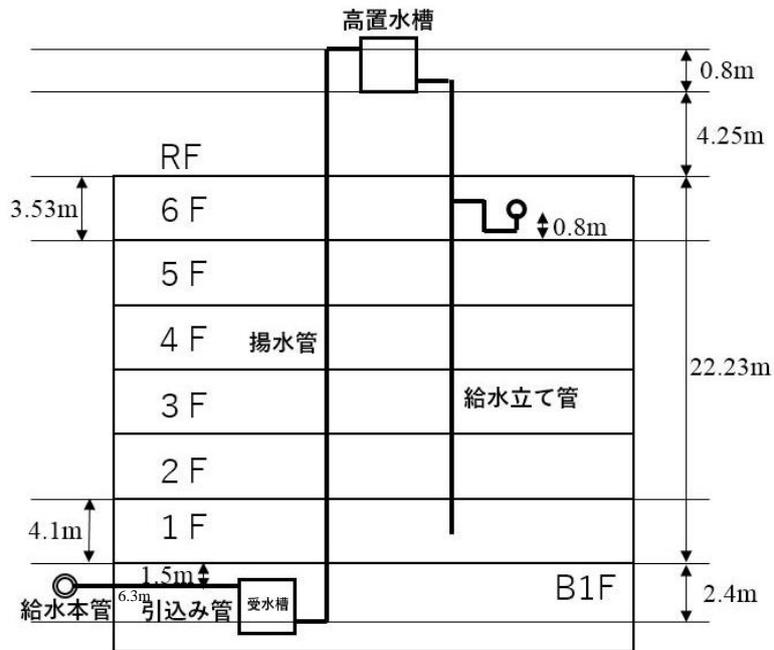
水槽の仕様は Vhr を超える容量として、3L×2W×1H (6m³) が選定される。

高置水槽容量の計算結果を表 5.2.2-4 に示す。

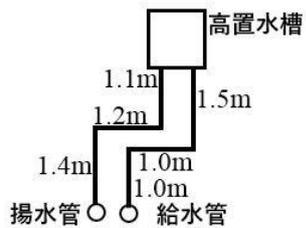
表 5. 2. 2-4 受水槽の容量の計算

項目		数値	備考
日給水量 Qd	[L/d]	38,080L/d	表 5.2.2-1
有効容量 Vhe	[m ³]	4m ³	Vre=0.5Qd
実容量 Vhr	[m ³]	5.3m ³	Vrr=Vre/0.75
容量 (仕様)	[mL×mW×mH]	3L×2W×1H	パネルユニットサイズ : 0.5m

配管の高さ関係と給水引込み管・揚水管・屋上給水管の管長を図 5.2.2-1 に示す。



<系統図>



<PHF 平面図>

揚水管の総立て管長：
 $2.4 + 22.3 + 4.25 + 0.8 = 29.75\text{m}$
 給水引込み管の横管長：
 6.3m
 揚水管の総横管長：
 $1.4 + 1.2 + 1.1 = 3.7\text{m}$
 屋上給水管の総横管長：
 $1.5 + 1.0 + 1.0 = 3.5\text{m}$

図 5.2.2-1 配管の高さ関係と給水引込み管・揚水管・屋上給水管の管長

⑤高置水槽の設置高さの決定

配管の動水勾配 R は、慣例として $R=0.4\sim 0.5\text{kPa/m}$ が採用されているため、本事例の給水引き込み管の場合は次に示す。

$$R=0.4\text{kPa/m}$$

次の式により、高置水槽の設置高さ H_h を算定する。

$$H_h=H_f+(R/9.8)\times K\times L_r-H_s$$

H_h : 屋上から高置水槽の給水管接続部までの高さ [m]

H_f : 代表器具の必要圧力 (必要水頭) [m]

R : 動水勾配 [m]

K : 管路計数 (=2.0)

L_r : 実配管長

H_s : 屋上から最上階の代表器具までの高さ

本建物の代表器具は FVWC のため、必要圧力は 70[kPa] となり、必要水頭 H_f は 7m とする。

図 5.2.2-1 より、 $H_s=3.53-0.8=2.55\text{m}$ 、屋上の給水主管の横管長 $L_{Hr}=3.7\text{m}$ が確認できる。

設計図より、6階の給水枝管の横管長 $1L_{Hb}=3\text{m}$ が確認できる。

$$L_h=L_{Hr}+L_{Hb}=3.7+3=6.7\text{m}$$

$$L_r=L_s+L_h=10+6.7=16.7\text{m}$$

$$H_h=7+0.4\div 9.8\times 2\times 16.7-2.55=5.81\text{m}$$

Tビルは従来高置水槽システムから直結増圧給水システムに改造したので、従来のペントハウスを利用することが可能である。また、ペントハウスの高さ H_p は 4.25m である。

高置水槽の高さ (架台+基礎) は次に示す。

$$H_b=H_h-H_p=5.81-4.25=1.56\text{m}$$

⑥ポンプ揚程の算定

ポンプの揚程 H_p を次の式により算定する。

$$H_p = K \times (H_1 + H_2 + H_3 + H_4)$$

K : 余裕計数[-] (1.1~1.2)

H_1 : 揚水管の直管摩擦抵抗による損失水頭[m]

H_2 : 揚水管の局部抵抗による損失水頭[m]

H_3 : 揚水管の出口の損失水頭[m]

H_4 : 受水槽の定水位と揚水管の吐水口の高低差 (実揚程) [m]

L_s (総立配管長) は、建物の高さ : 22.23m、GL から受水槽の取り出し位置までの高さ : 2.4m および、屋上から高置水槽の吐水位置までの高さ : $4.25 + 0.8 = 5.05$ を加える。

$$L_s = 22.23 + 2.4 + 5.05 = 29.68\text{m}$$

総横配管長 $L_h = 3.7\text{m}$ であり、 L_s を加えたものが L_r となる。

$$L_r = L_s + L_h = 29.68 + 3.7 = 33.38\text{m}$$

H_1 は、次の式による算定する。

$$H_1 = R \times L_r / 9.8 = 0.4 \times 33.38 / 9.8 = 1.36\text{m}$$

H_2 は、次の式による算定する。

$$H_2 = R \times 0.5 \times L_r / 9.8 = 0.4 \times 0.5 \times 33.38 / 9.8 = 0.66\text{m}$$

H_3 は、次の式による算定する。

$$H_3 = v^2 / (2 \times 9.8) = 2.5 \times 2.5 / (2 \times 9.8) = 0.3\text{m}$$

H_4 は、次の式による算定する。

$$H_4 = L_s = 29.68\text{m}$$

余裕計数 $K = 1.1$ とし、ポンプの揚程 H_p は次に示す :

$$H_p = K \times (H_1 + H_2 + H_3 + H_4) = 1.1 \times (1.32 + 0.66 + 0.3 + 29.68) = 35\text{m}$$

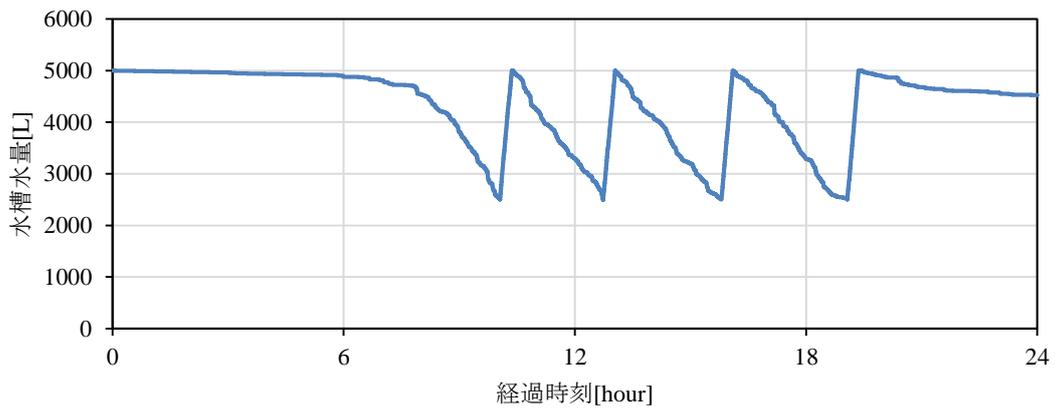


図 5. 2. 2-3 高置水槽の水量変動

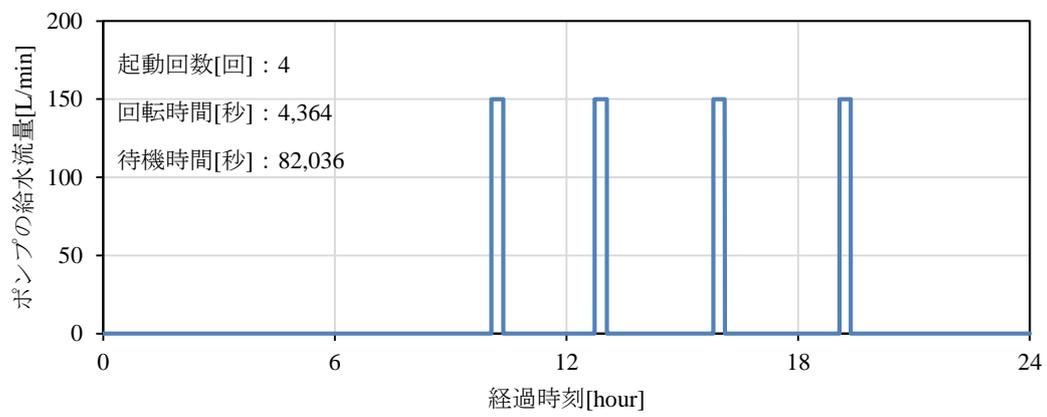


図 5. 2. 2-4 ポンプの稼働状況

(2) 新設ポンプの場合

表 5.2.2-1 に示すように、既設のポンプの出力は 3.7kW である。しかしながら、既設ポンプは直結増圧給水システムの末端圧力を維持するため、吐出水頭と共に出力が大きい製品が選択されたと考えられる。そこで、前述した高置水槽システムの吐出水頭を合わせて、同メーカーの製品カタログに基づいて、同型式の出力が小さいポンプ（以下、新設ポンプという）を選定した。また、出力：1.5kW の製品を選定した。新設ポンプの性能曲線を図 5.2.2-5 に示す。表 5.2.2-5 に示している同じようなパラメータで算定した消費電力量は、3.67kWh/day となった。また、シミュレートした高置水槽の水量変動およびポンプの回転状況は既設ポンプの場合と一致する（図 5.2.2-3～図 5.2.2-4）。

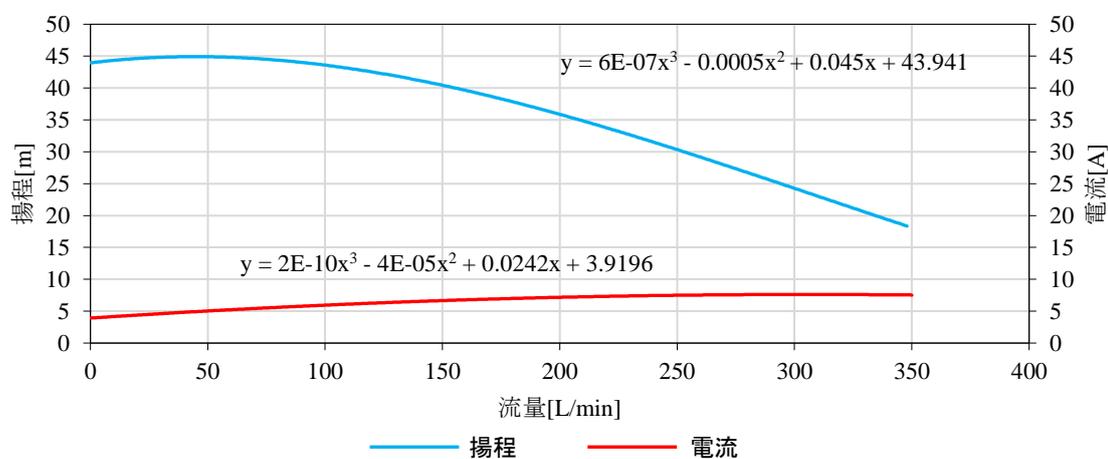


図 5. 2. 2-5 高置水槽の水量変動

5.2.3 小型高置水槽を加えた直結増圧給水システムの評価

(1) 既設ポンプの場合

小型水槽システムは、受水槽を設けないため、他の条件を従来水槽と一致し、ポンプの揚程のみを算定する必要がある。

①ポンプ揚程の算定

ポンプの揚程 H_p を次の式により算定する。

$$H_p = K \times (H_1 + H_2 + H_3 + H_4)$$

K : 余裕計数[-] (1.1~1.2)

H_1 : 揚水管の直管摩擦抵抗による損失水頭[m]

H_2 : 揚水管の局部抵抗による損失水頭[m]

H_3 : 揚水管の出口の損失水頭[m]

H_4 : 給水本管と揚水管の吐水口の高低差 (実揚程) [m]

L_s (総立配管長) は、建物の高さ : 22.23m、GL から給水本管までの高さ : 1.5m および、屋上から高置水槽の吐水位置までの高さ : $4.25 + 0.8 = 5.05$ を加える。

$$L_s = 22.23 + 1.5 + 5.05 = 28.78\text{m}$$

総横配管長 $L_h = 3.7\text{m}$ であり、 L_s を加えたものが L_r となる。

$$L_r = L_s + L_h = 28.78 + 3.7 = 32.48\text{m}$$

H_1 は、次の式による算定する。

$$H_1 = R \times L_r / 9.8 = 0.4 \times 32.48 / 9.8 = 1.33\text{m}$$

H_2 は、次の式による算定する。

$$H_2 = R \times 0.5 \times L_r / 9.8 = 0.4 \times 0.5 \times 32.48 / 9.8 = 0.66\text{m}$$

H_3 は、次の式による算定する。

$$H_3 = v^2 / (2 \times 9.8) = 2.5 \times 2.5 / (2 \times 9.8) = 0.3\text{m}$$

H_4 は、次の式による算定する。

$$H_4 = L_s = 28.78\text{m}$$

余裕計数 $K = 1.1$ とし、ポンプの揚程 H_p は次とする :

$$H_p = K \times (H_1 + H_2 + H_3 + H_4) = 1.1 \times (1.32 + 0.66 + 0.3 + 28.78) = 34\text{m}$$

②ポンプ消費電力の算定

ポンプ消費電力量の算定における各パラメータを表 5.2.3-1 に示す。また、算定に使用する実測した給水流量のデータは図 5.2.2-2 に示しているデータと一致する。算定した消費電力量は、1.11kWh/day となった。また、シミュレートした高置水槽の水量変動およびポンプの回転状況を図 5.2.3-1～図 5.2.3-2 に示す。

表 5.2.3-1 ポンプ消費電力量の算定における各パラメータ

項目	単位	数値	備考
ポンプ吸込み水頭	[m]	32	測定した水道本管圧力
ポンプ吐出水頭	[m]	34	—
待機消費電力	[kW/s]	0.033	実測した平均値
高置水槽満水容量 (ポンプ停止) [L]		800	—
高置水槽半水容量 (ポンプ運転) [L]		500	—
ポンプ給水流量	[L/min]	150	計算値

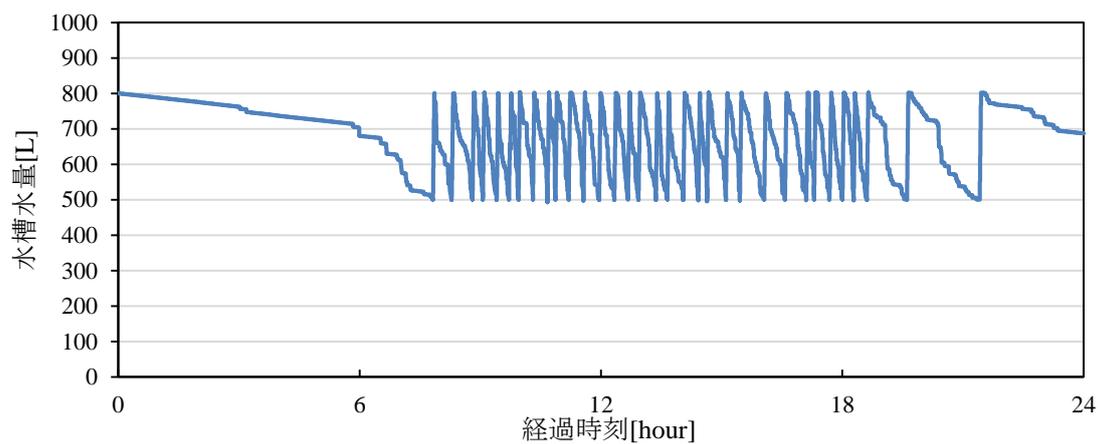


図 5.2.3-1 高置水槽の水量変動

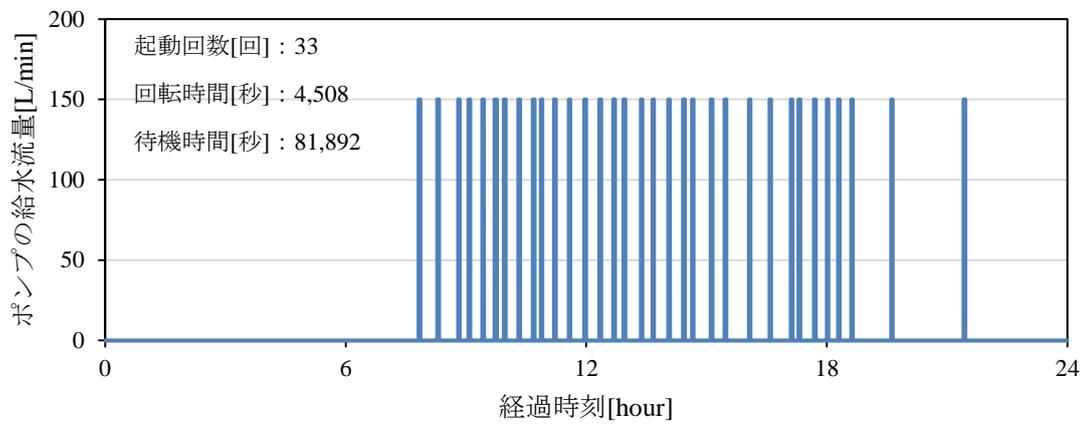


図 5.2.3-2 ポンプの稼働状況

(2) 新設ポンプの場合

選定した新設ポンプは、5.2.2 節に述べた高置水槽システムのポンプを採用する。算定した消費電力量は、1.03kWh/day となった。

また、給水ポンプの給水流量を 150L/min に設置したが、図 5.2.3-3～図 5.2.3-4 に示すように、実際の給水負荷をカバーすることを条件として、ポンプの吐水量を小さく設置することが可能である。その場合で、ポンプの起動回数が減少したが、連続運転時間が延長していることが確認された。そこで、ポンプの給水流量と稼働時間、起動回数および消費電力の関係について検討を行った。その結果を図 5.2.3-4～図 5.2.2-6 に示す。図 5.2.3-4～図 5.2.3-5 より、ポンプの給水流量が増加することにより、ポンプの稼働時間と起動回数は減少することが判明された。

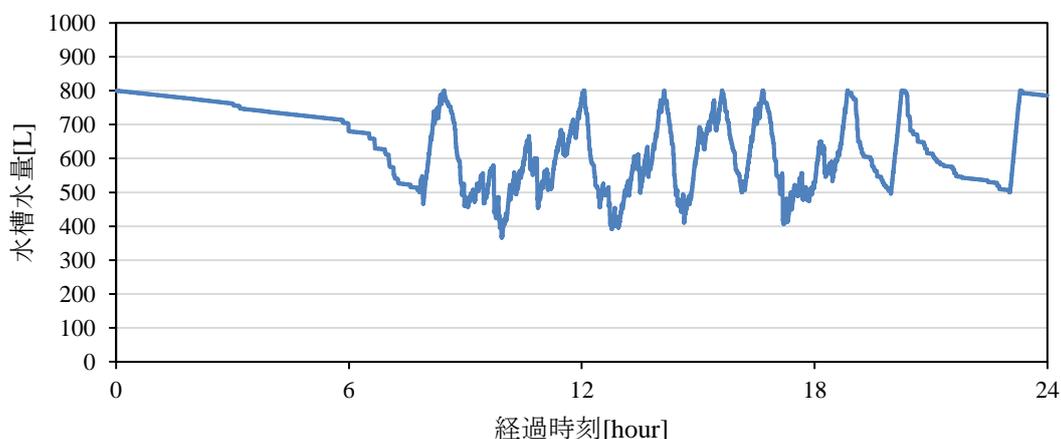


図 5.2.3-1 高置水槽の水量変動

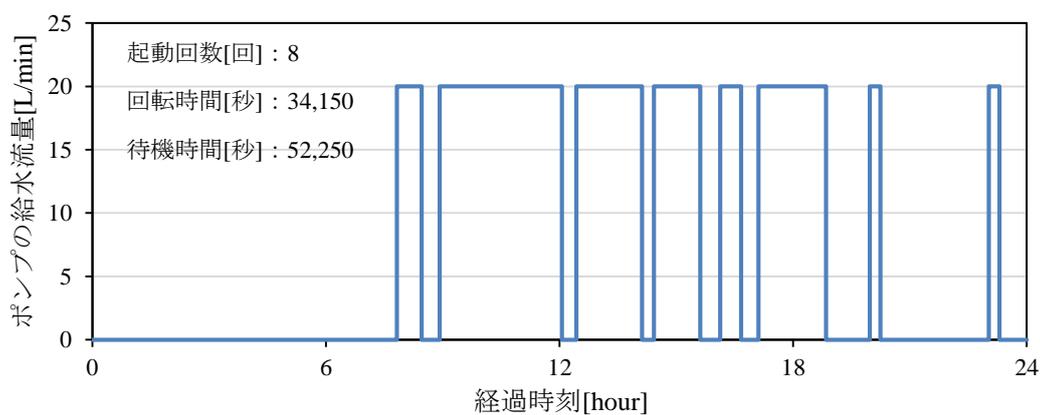


図 5.2.3-2 ポンプの稼働状況

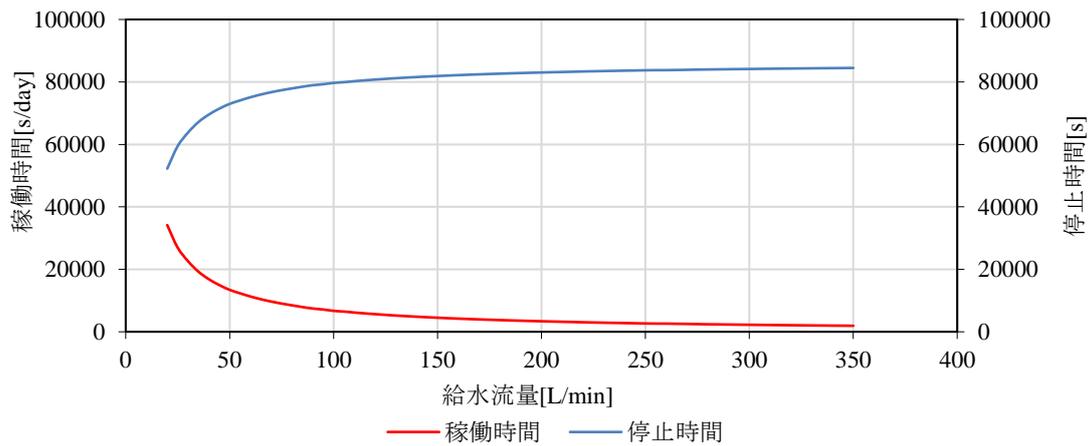


図 5. 2. 3-4 ポンプ給水量と稼働時間・停止時間の関係

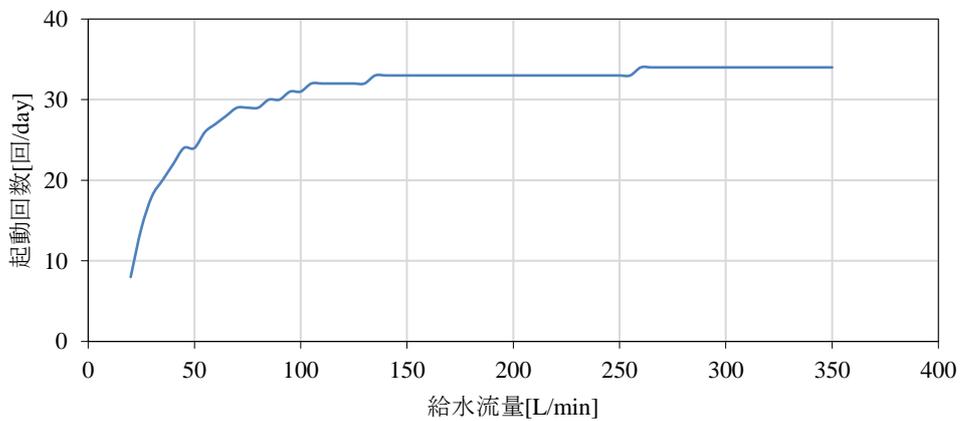


図 5. 2. 3-5 ポンプ給水流量と起動回数の関係

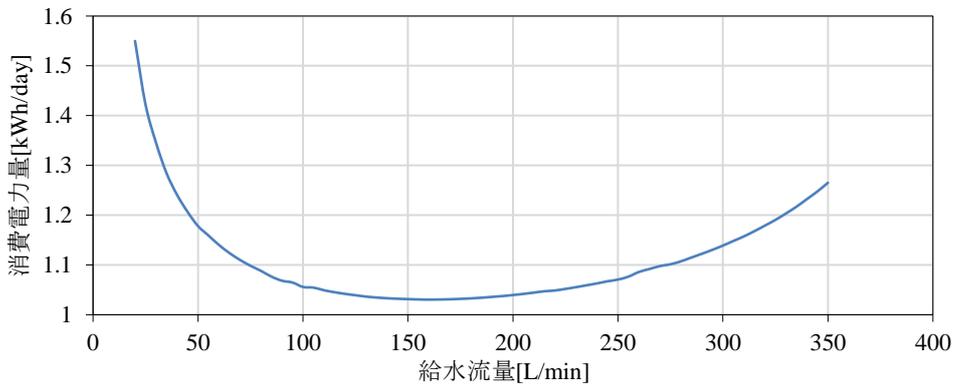


図 5. 2. 3-6 ポンプ給水流量と消費電力量の関係

図 5.2.3-6 より、ポンプ給水流量の変化に対する消費電力量は、ポンプの総合効率と相関性があると考えられる。図 5.2.3-4 と図 5.2.3-7 に示すように、ポンプの待機消費電力量は、運転時間と共に増加している。図 5.2.3-8 に示すように、ポンプの運転消費電力量は、ポンプの総合効率との相関性があるとみられた。以上のことで、小型水槽システムのポンプの吐水量を設定する場合、総合効率に合わせる 것이よいと考えられる。

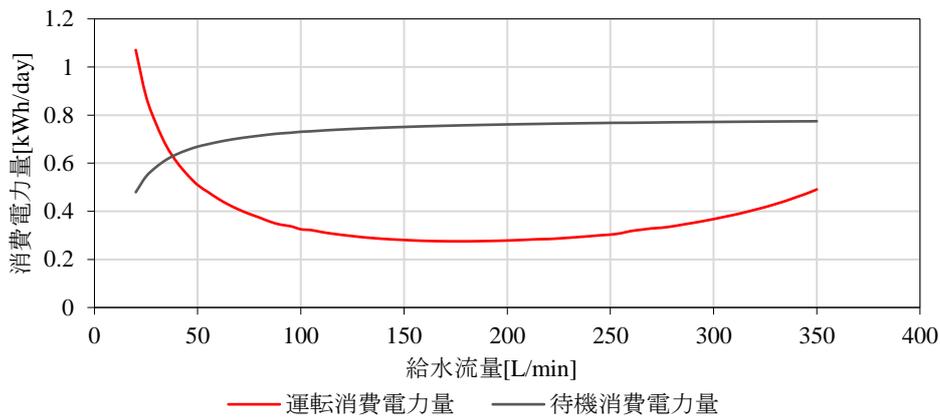


図 5. 2. 3-7 ポンプ給水流量と消費電力量の関係

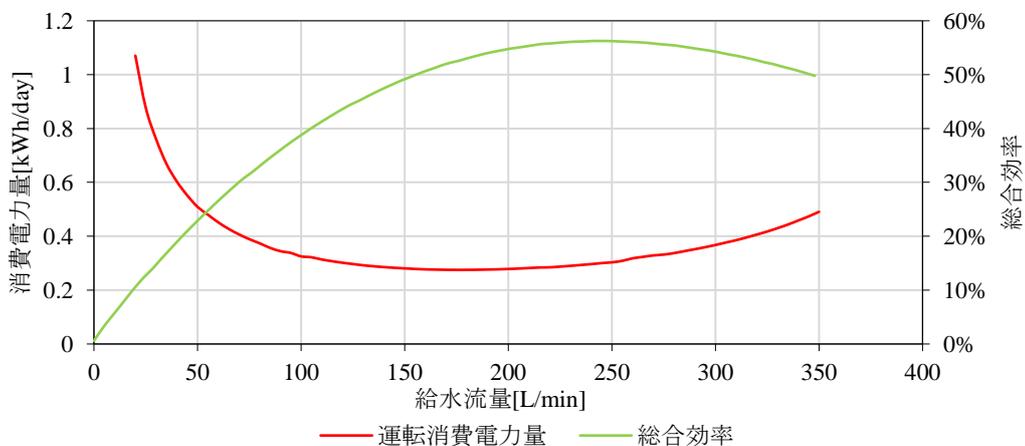


図 5. 2. 3-8 ポンプ給水流量と消費電力量・総合効率の関係

5.2.4 MSWC の流量算定値を用いた評価

MSWC の流量算定値を用いて、前述した各システムの消費電力量を算出した。算定条件を表 5.2.4-1～表 5.2.4-2 に、算定結果を図 5.2.4-1～図 5.2.4-4 と表 5.2.4-3 に示す。

表 5.2.4-1 既設ポンプ消費電力量の算定における各パラメータ

項目	数値	備考
ポンプ吸込み水頭 [m]	0	受水槽が設置したため
ポンプ吐出水頭 [m]	35	計算値
待機消費電力 [kW/s]	0.033	実測した平均値
高置水槽満水容量 (ポンプ停止) [L]	5,000	—
高置水槽半水容量 (ポンプ運転) [L]	2,500	—
ポンプ給水流量 [L/min]	150	計算値

表 5.2.4-2 新設ポンプ消費電力量の算定における各パラメータ

項目	数値	備考
ポンプ吸込み水頭 [m]	32	測定した水道本管圧力
ポンプ吐出水頭 [m]	34	計算値
待機消費電力 [kW/s]	0.033	実測した平均値
高置水槽満水容量 (ポンプ停止) [L]	800	—
高置水槽半水容量 (ポンプ運転) [L]	500	—
ポンプ給水流量 [L/min]	150	計算値

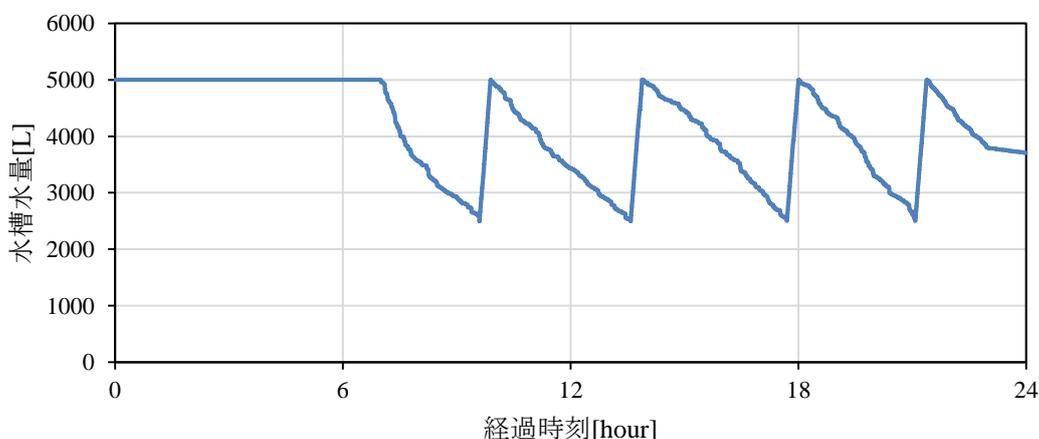


図 5.2.3-1 従来システム高置水槽の水量変動

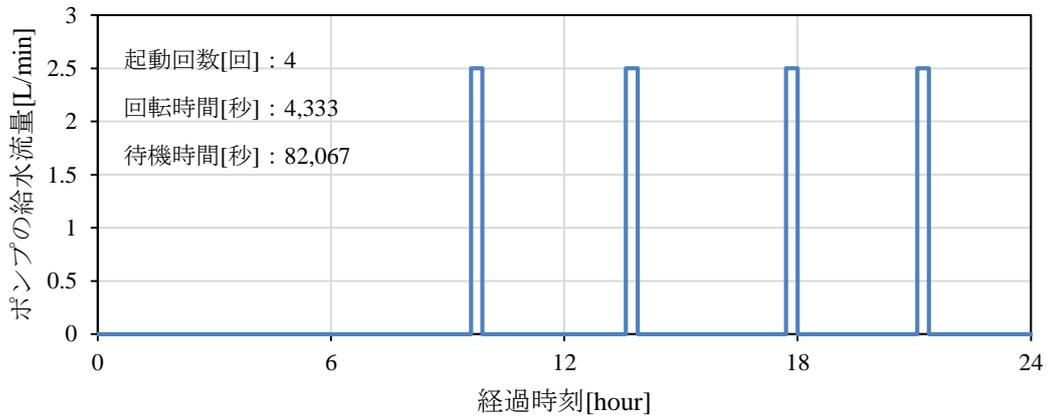


図 5. 2. 3-2 従来システムポンプの稼働状況

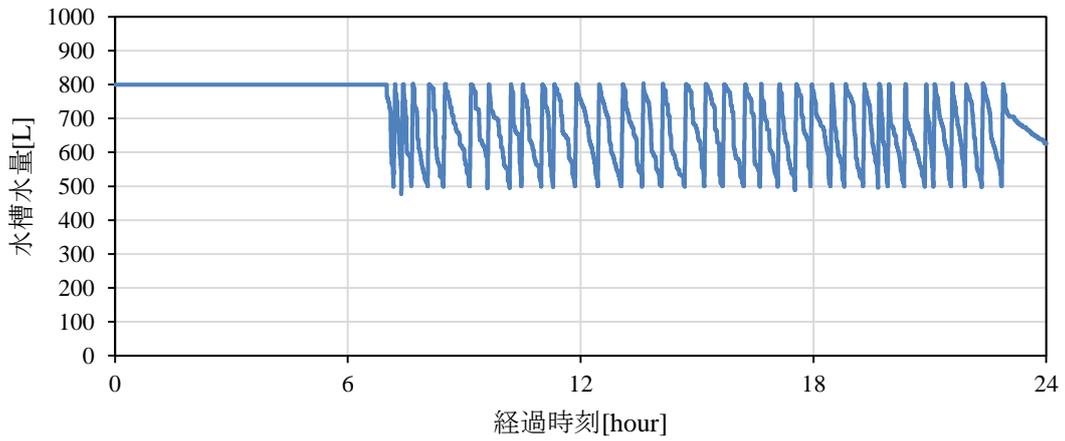


図 5. 2. 3-3 小型水槽システム高置水槽の水量変動

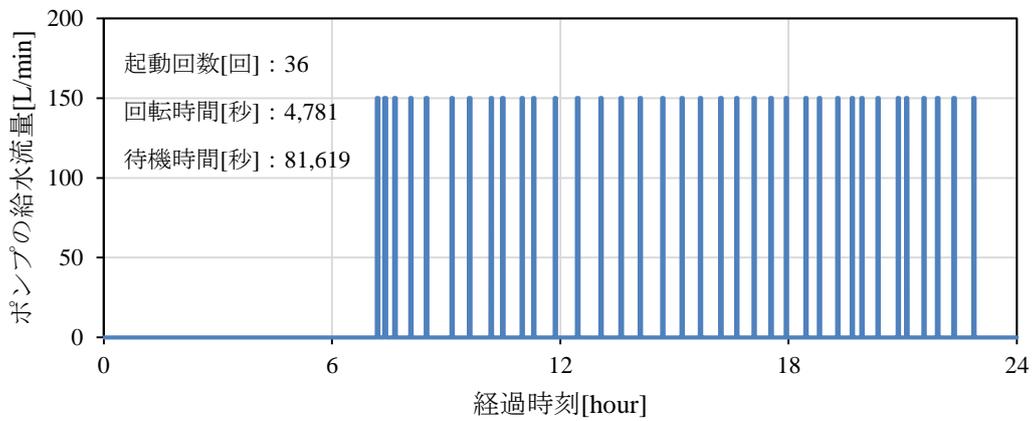


図 5. 2. 3-4 小型水槽システムポンプの稼働状況

表 5.2.4-3 各給水システムの消費電力量の比較

算定値種類	従来高置水槽システム		小型水槽システム		直結増圧システム (実測値)
	既設ポンプ 400L/min×3.7kW	新設ポンプ 350L/min×1.5kW	既設ポンプ 400L/min×3.7kW	新設ポンプ 350L/min×1.5kW	既設ポンプ 400L/min×3.7kW
	消費電力量[kWh/day]				
実測流量による 算定値	4.46 (154%)	3.67 (127%)	1.11 (38%)	1.03 (36%)	2.86 (100%) *
MSWC 流量による 算定値	4.44 (154%)	3.64 (126%)	1.13 (39%)	1.04 (36%)	

* : () 内は実測値に対する倍率

表 5.2.4-3 に示すように、MSWC 算出水量による算定した消費電力量は、実測値による算定した消費電力量に近似していることが確認された。このことにより、MSWC を用いて各給水システムの消費電力量を算定することが可能と考えられる。算定した小型水槽システムの消費電力量は実測値の 60%ほど削減されることにより、小型水槽システムの高い省エネルギー性が確認された。

第 6 章

結論

6.1 まとめ

本研究では、事務所ビルにおいて、実測値と従来の給水負荷算定法に基づく算定値、MSWC シミュレーションによる Q_{day} と Q_{max} の比較を行った。その結果を以下に記す。

①従来の給水負荷予測法

従来の給水負荷算定法による算定値は実態との大きな差異が見られた。実測値との倍率をみると大きいものでは 20 倍もの給水負荷を予測しており、現状に即した給水負荷を予測しているとは言いがたい結果となった。各算定法において、各器具の洗浄水量や給水単位を制定当時の値から節水型衛生器具に対応した値に改めることで実測との差異は小さくなるが、根本的には算定方法自体を見直す必要があると考えられる。

②MSWC による給水負荷予測法

MSWC によるシミュレーション値は実測値に最も近く、節水型衛生器具にも対応可能な新しい給水負荷算定法として精度の高い、現状に即した給水負荷を予測した。MSWC の給水負荷予測精度が高い理由として、従来の給水負荷算定法とは全く異なり、時系列で水使用状況を予測することで給水負荷の算出を行っていることが挙げられる。

③在室人数の検討

MSWC は正確な人員条件を基にシミュレーションを行うことで、より精度の高い給水負荷の予測が可能であることが証明された。このことから、各衛生器具の洗浄回数より、単独フロアの対象人員を算出する方法を提案した。その結果、各器具洗浄回数により算出した人員による MSWC シミュレーション結果は実測と非常に近い値を示した。

④消費電力量の算定

消費電力量の算定について、計算した結果は実測値に近似した。また、MSWC の流量算定を試行した。

⑤小型高置水槽を加えた直結増圧給水システムの検討

衛生性と省エネルギー性に優れた給水システムを提案した。本システムは、衛生性の向上やコストの低減と共に、従来給水システムの消費電力量を大幅に低減することが確認された。

6.2 今後の課題

MSWC による給水負荷シミュレーション算定法の確立のため、本論文の対象ビルとは給水方式の異なる新たな対象ビルを設定し、季節ごとの実測を行うことで、負荷算定モデル構築に資する基礎的データの収集を続ける。また、本論文では、あくまでも一例として器具の洗浄回数により人員の算出を行ったが、いずれは単独フロアにおける人員の算出方法を確立することにより、商業施設が併設された事務所ビルや複合施設等の複雑な形態の建物の給水負荷算定も行う。

また、消費電力量の算定方法を提案したが、計算誤差が若干みられた。今後はその計算精度を向上する予定である。

小型高置水槽を加えた直結増圧給水システムについて、今後は本システムを試作して、その性能を評価する予定である。

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) 村川三郎ほか：建築設備計画における給水負荷算定法に関する研究（その1）、負荷算定の考え方と集合住宅における水使用の解析、日本建築学会論文報告集第246号、pp.71-80、1976.8
- 4) 村川三郎ほか：建築設備計画における給水負荷算定法に関する研究（その2）、事務所建築における衛生器具と水使用の解析、日本建築学会論文報告集第249号、pp.119-128、1976.11
- 5) 村川三郎ほか：建築設備計画における給水負荷算定法に関する研究（その3）、衛生器具と管路内の流れの解析、日本建築学会論文報告集第250号、pp.61-70、1976.12
- 6) 村川三郎ほか：建築設備計画における給水負荷算定法に関する研究（その4）、同時使用の解析と給水負荷の算定、日本建築学会論文報告集第253号、pp.103-112、1977.3
- 7) 高田宏ほか：事務所ビルにおけるトイレ・湯沸し室の利用状況と使用水量・湯量の解析（その1）、衛生器具の利用頻度、日本建築学中国支部報告集第26巻、pp.533-536、1998.9
- 8) 高田宏ほか：時系列解析に基づく給水・給湯負荷の検討（その2）、日本建築学中国支部報告集、pp.455-456、2003.9
- 9) 山根祐子ほか：時系列解析に基づく給水・給湯負荷の検討（その3）、事務所トイレにおける使用水量・湯量の解析、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.457-458、2003.9
- 10) 高田宏ほか：時系列解析に基づく給水・給湯負荷の検討（その6）、事務所トイレにおける使用水量の解析、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.559-560、2004.8
- 11) 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、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.415-416、2005.9
- 12) 山根祐子ほか：事務所ビルにおけるトイレ・湯沸し室の利用状況と使用水量・湯量の解析（その3）、洗面器の使われ方、日本建築学中国支部報告集、pp.533-536、2004.3
- 13) 村川三郎ほか：事務所ビルにおける用途別使用水量・湯量の解析（第1報）、モデルトラップを用いた封水変動特性と戻り水に関する検討、日本建築学会環境系論集、pp.43-50、2005.3
- 14) 山根祐子ほか：事務所ビルにおける水使用行為の解析、時系列的水使用行為解析に基づく給水・給湯負荷算定法に関する研究（第2報）、日本建築学会環境系論文集、pp.65-72、2005.7
- 15) 高田宏ほか：事務所ビルにおける水使用行為の解析、時系列的水使用行為解析に基づく給水・給湯負荷算定法に関する研究（第3報）、日本建築学会環境系論文集、pp.51-58、2006.8
- 16) 高田宏ほか：飲食店舗における給湯負荷の解析、日本建築学会環境系論文集、pp.59-65、2007.6
- 17) 坂本和彦ほか：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、pp.89-94、2007.12
- 18) 坂本和彦ほか：超高層集合住宅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、日本建築学中国支部報告集、pp.1-4、2009.3
- 19) 高田宏ほか：超高層集合住宅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、日本建築学中国支部報告集、pp773-776、2009.3
- 20) 村川三郎ほか：超高層集合住宅におけるポンプ直送給水方式の稼働実態に関する研究、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、pp1591-1594、2009.9
 - 21) 長谷川巖ほか：外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発（その 87）給水プログラムを用いた給水滞留時間の検討、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、pp1711-1714、2011
 - 22) 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・衛生工学海大会学術講演論文集（札幌）、pp.5-8、2012.9
 - 23) 呉光正ほか：事務所ビルの給水負荷算定法の検討 既存の算定法とシミュレーションによる算定法の比較、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集（長野）、pp1-4、2013.9
 - 24) 呉光正ほか：Examinations on Water Supply Load Calculation Methods of Office Building: Comparison between Conventional Design Methods and the Simulation Methods Proceedings of CIB W062 39th International Symposium, Japan, pp.529-540
 - 25) 呉光正ほか：Comparison between the traditional methods and the simulation method in water supply load calculation methods for office building, Proceedings of CIB W062 41th International Symposium, Brazil, pp.35-44
 - 26) 早川和男ほか：事務所ビルの給水負荷算定法の検討 その 2 衛生器具の使用水量と利用状況の計測、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集（秋田）、pp201-204、2014.9
 - 27) 早川和男ほか：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・衛生工学会学術講演会講演論文集（秋田）、pp205-208、2014.9
 - 28) 呉光正ほか：Verification of calculating method using the Monte Carlo method for water supply demands: The water consumption of mixed-use building for rent, Proceedings of CIB W062 41th International Symposium, China, pp.306-318
 - 29) 栗栖祥太ほか：事務所ビルの給水負荷算定法の検討 その 4 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会講演論文集（大阪）、pp5-8、2015.9
 - 30) 呉光正ほか：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、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集（大阪）、pp9-12、2015.9
 - 31) 岡内繁和ほか：節水型大便器の採用に伴う給水ポンプの小型化の検討、日本建築学会学術講演梗概集（関東）、pp565-566、2015.9
 - 32) 坂本和彦ほか：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第 39 巻、pp475-478、2016.3
 - 33) 栗栖祥太ほか：事務所ビルの給水負荷算定法の検討 その 6 事務所ビルの給水量と電力量の計測、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集（鹿児島）、pp17-20、2016.9
 - 34) 栗栖祥太ほか：事務所ビルの給水負荷算定法の検討 その 7 給水負荷算定法の比較および消費電力量の算定、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集（鹿児島）、pp21-24、2016.9

- 35) 栗栖祥太ほか : Verification of calculation method using Monte Carlo method for water supply demands: The water consumption of an office building、Proceedings of CIB W062 42th International Symposium、Slovakia、pp.306-318

おわりに

本論文は、明治大学大学院理工学研究科に在籍していた 2012 年 4 月から 2017 年 3 月までの期間において、指導教官である坂上恭助教授の御指導のもとに行った研究を、博士論文としてまとめたものです。坂上先生には、研究の進め方から取りまとめにいたるまで、終始にわたり適切な御指導・御助言を賜りました。ここに深く感謝の意を表します。

また、本研究を進めるにあたり、MSWC の提供して頂きました広島大学の村川三郎教授、計測機器の提供および操作方法について多くの助言を頂いたエムエス計測コンサルの須田宗夫氏、須賀工業(株) 稲田朝夫氏、計測期間に指導して頂いた戸田建設(株) 早川和男氏、ダイダン(株) 田中法幸氏、テラル(株) 高橋秀臣氏並びに関係各位に対し、ここに感謝の意を表します。

さらに、御自身のお仕事がお忙しい中、実験・解析に関して的確な御助言をして頂いた、坂上研究室を 2008 年度に修了した光永威彦氏(現、(株) 山下設計)、2013 年度に同研究室を修了された藤村和也氏(現、(株) 三菱地所設計)、論文作成中に日本語の文章などについて相談していただいた修士 2 年の木村香桜里氏、栗栖祥太氏に深く感謝を致します。

大学院生として 5 年間の本研究室での経験は、筆者にとって貴重な財産であり、これからの人生の糧になると思います。研究を通して、人と人の繋がり大切さを学ぶことができました。本当に多くの皆様からご協力頂いたことに、心から感謝いたします。

最後に、留学を後おししていただいた両親の呉学連・辺翠曇と姉の呉慧楠、並びに妻の侯金鳳に感謝いたします。

2017 年 2 月