

2025年 5月 23日

豊橋技術科学大学長 殿

建築・都市システム学専攻
学位審査委員会
委員長 加藤 茂



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	Obaid Samim		学籍番号	第 229502 号
申請学位	博士（工学）	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 建築・都市システム学 専攻	
博士学位論文名	Evaluation of Hourly Household Water Consumption and Free Residual Chlorine Decay in a Water Distribution Network Using Smart Water Meter Data (水道スマートメーターのデータを用いた家庭時間別水使用量と配水網における残留塩素減少の評価)			
論文審査の期間	2025年 4月 10日 ～ 2025年 5月 22日			
公開審査会の日	2025年 5月 22日		最終試験の実施日	2025年 5月 22日
論文審査の結果※	合格		最終試験の結果※	合格
審査委員会(学位規程第6条) 学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。 委員長 田島 昌樹 委 員 井上 隆信 横田 久里子				

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

わが国では、水道の安全性確保の観点から塩素消毒を実施した水道水を各家庭に供給している。水道水質基準では遊離残留塩素濃度は各家庭の給水栓で 0.1mg/L 以上と定められているが、注入後に分解などにより管路内の塩素は減少している。このため、人口が減少し管路内での滞留時間が長くなると残留塩素濃度が低下する。また、塩素臭の抑制のためには、例えば東京都では 0.4mg/L 以下が目標値として定められており、各水道事業体は残留塩素濃度の管理に苦慮している。従来の各家庭の水道水使用量は2か月に1回の検針データしかなく、管路内の残留塩素濃度は、この使用量と配水池出口の配水量、管路末端などでの塩素濃度の自動計測値から推計するしかなく、正確に把握する手法がなかった。水道スマートメーターの導入により、各家庭の水道水使用量の精緻なデータが得られることから、本論文は水道スマートメーターのデータを用いて各世帯の時間別水使用量の特徴の把握と、残留塩素濃度が低下する地点の抽出とその要因に関して、研究成果をまとめたものである。

本論文は全6章からなり、第1章では、水道水中の残留塩素濃度、水道スマートメーターについて関連研究をまとめ、研究の背景や目的、論文構成について述べている。第2章では、対象とした地区の概要、水道スマートメーターのデータを用いた水使用量の特徴把握の評価方法、残留塩素濃度の減少速度に必要なパラメータの取得方法、シミュレーションに用いたEPANETモデルの概要などについて述べている。第3章では、1日の水道水使用量から水使用量の特徴が多人数世帯より明確になる1人世帯を抽出し、平日の昼間外出世帯と在宅世帯に分けて、それぞれの時間別水使用量の特徴について述べている。第4章では、水道管内の残留塩素のシミュレーションに必要なバルク減衰係数を実験により求めた結果と、壁面減衰係数の推定結果について述べるとともに、構築した対象地区のシミュレーションモデルについて述べている。第5章では、水道スマートメーターの1時間使用量を用いてシミュレートし、残留塩素の低下が懸念される地点を抽出した結果について述べている。また、残留塩素濃度が低下した要因について解析した結果を述べている。第6章では、得られた成果を総括するとともに、水道スマートメーターの有用性について述べている。

審査結果の要旨

水道水の供給において、人口減少に伴う水使用量の減少から管路内での滞留時間が長くなることにより、残留塩素濃度が低下することが懸念されている。一方、水道スマートメーターの導入により、各家庭の水使用量を精緻に取得することが可能になり、このデータの利活用が求められている。対象とした地区では、日本で初めて約1800世帯の配水区域全世帯に水道スマートメーターを導入したことから、水道スマートメーターのデータの有用性を示すとともに、その利活用の一つとして残留塩素濃度の管理手法を確立することが求められている。

本論文の主な成果は以下のようにまとめられる。1) 水道スマートメーターのデータから1人世帯と推定できる家庭を抽出し、平日の昼間の水使用量から外出世帯と在宅世帯に分類し、それぞれの特徴を明らかにした。平日の昼間外出世帯は、在宅世帯と比べて、朝の水使用量ピークが早く、夜のピークは遅くなった。また、平日と比べて日曜日の1日の水使用量が多くなっていた。2) EPANETモデルを用いたシミュレーションで、残留塩素濃度の低下が懸念される地点を抽出することができた。これらの地点では、1日当たりの水使用量が日によって大きく異なり、使用量がほぼゼロの日が続いたことや、飲食店の定休日には他の曜日と比べて水使用量が極端に少なくなっていたことなど、その要因を明らかにすることができた。また、これらの地点を2か月に1回の検針による水道水使用量からは把握できないことも明らかにした。

本論文ではこのように、水道スマートメーターのデータは、水道水の供給管理に有用であることや、フレイル予防などへの活用可能性を示すことができた。また、残留塩素濃度の予測は、安全な水道水の供給に大きく貢献することができ、この結果を用いて対象とした地区では、すでに対策が講じられている。これらの成果は、学術的価値は高く、また、水道スマートメーターの有用性を明らかにしたことで、他の水道事業体の水道スマートメーター導入の推進にも寄与している。以上より、本論文は博士(工学)の学位に相当するものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)