

## 博士論文の審査結果の要旨

氏名	今井 正樹		
学位の種類	博士(生活環境情報)		
学位記番号	健博乙 第1号		
学位授与年月日	平成 28年 3月17日		
学位授与の条件	大学院学則第46条の2第1項該当		
学位論文題目	排水再利用システムにおける設計および維持管理に関する基礎的研究		
論文審査委員	主査	教授	須藤 諭
	副査	客員教授	岡田 誠之
		教授	山本 和恵
		科学技術学部准教授	八十川 淳

## 論文の要旨

人口減少社会の到来や産業構造の変化により、わが国全体の水需要は増大傾向ではなくなっているものの、都市域での水需要については、ダム等の水源だけでは十分に対応できない状況が発生している。一方、昭和50年代頃より都市用水としての排水再利用システム（雑用水道・中水道）が取り入れられるようになった。さらに近年では、水資源の有効利用の観点から建物における排水再利用システムも普及しつつある。本研究は、排水再利用システムにおいて課題となっている、配管の機能を阻害する「スライム障害」や、衛生上の問題を生じさせないための「消毒槽の構造」に焦点を当て、設計方法や維持管理の手法について検討したものである。

第1章は「序論」と題して、本研究の背景と目的、解決すべき課題、および本論文の構成について記述した。

第2章「排水再利用の現状分析と研究動向」では、排水再利用の現状について普及状況や関連法制度についてまとめ、排水再利用システムにおけるスライム障害や消毒槽に係る既往の研究動向を概観し、本研究の位置づけと必要性を確認した。

第3章「配管内のスライム生成の基礎」では、スライム障害を水質面から取り上げ、配管内のスライム生成は生成速度が濃度に比例する一次反応の形態となることを確認した。スライムの化学的組成は $C_{7\sim 9}H_{12\sim 15}NO_{4\sim 6}$ で示され、スライム発生は水中の栄養塩類としてN化合物、P化合物の存在が大きく影響していることを指摘した。

第4章「配管材質・管内流速とスライム生成」では、配管材質、管内流速とスライム生成の関係について実験的に確かめた。スライムの付着量は排水流速が速くなるにしたがい減少するが、アクリル管、ステンレス鋼管、硬質塩化ビニル管、配管用炭素鋼管の順にスライムの生成量は多くなり、配管材質に影響されることを見出した。また、オゾン処理はスライム発生を抑制する上で、大きな効果があることを確認した。

第5章「消毒剤の測定上の問題」では、消毒剤濃度を評価するために必要な測定条件を整理した。一般に用いられる携帯用簡易測定器による測定値にはばらつきがあるため、公定法との比較を行いながら測定することが必要であること、残留塩素濃度は水温による変化が大きいため、測

定に際しては水温を 20℃等に統一的に調整すべきことを示唆した。

第 6 章「消毒槽の構造に関する検討」では、消毒剤の濃度保持のための消毒槽の構造について検討した。消毒剤としての残留塩素または二酸化塩素については、水温、水深、口径、容積比、水槽の大気開放・密閉状況が、水中の消毒剤の減少に影響することを明らかにし、最適な消毒槽の構造を提案した。

第 7 章は「総括」と題して、本研究のまとめと今後の課題について述べた。

## 審査結果の要旨

排水を再利用することは、水資源の有効利用や水循環の面からも重要である。従来から、排水再利用システムを普及させる上で課題となってきたのが、配管や機器の機能に悪影響を与える「スライム」の存在であった。本論文は、そのスライムと消毒剤の測定法、および消毒剤の濃度保持のために必要な消毒槽の構造について研究を行ったものであり、排水再利用システムの問題の解決に有益な提案を行っている。特に以下の点において高く評価される。

- 1) スライムに関して配管内での生成現象自体を取りあげ、スライム生成過程は生成速度が濃度に比例する一次反応の形態となることを確認した。さらに、生成されるスライムの組成は  $C_{7\sim9}H_{12\sim15}NO_{4\sim6}$  で示され、細菌を含んだ活性汚泥に類似していることを突き止めた。
- 2) 管内表面の粗度が大きいとスライム付着量は増大すること、また、管内流速が 0.5[m/s] 以下の状況では付着量が増大しやすいことを確認した。一方、スライム発生の抑制には、水中の栄養塩類として N、P 化合物を取り除くことが有効であること、また、オゾン処理による殺菌はスライムの発生を抑制する上で大きな効果があることを見出した。
- 3) 消毒剤の正確な濃度測定には、携帯用簡易測定器を用いる場合は公定法との比較を行いながら使用することが必要であり、特に水温管理が重要で、水温を速やかに 20℃に調整して測定すべきことを示した。また、アンモニアが含有される排水再利用水は全残留塩素を測定対象とすべきことも示した。
- 4) 消毒剤の濃度保持のための消毒槽の構造については、消毒槽の水深、口径、容積比、水槽の大気開放または密閉が水中の消毒剤の減少に影響していることを明らかにし、これらの諸条件から最適な消毒槽の構造を提案した。

本研究における成果は、益々の普及が求められる排水再利用システムの設計方法や維持管理に寄与するもの大と認められる。

論文審査の過程では、各審査委員が専門の立場から論文内容の審査を行うとともに、申請者に対する口頭試問を実施した。平成 28(2016)年 1 月 22 日には公開発表会を開催し、申請者に論文内容を発表させ、聴講者からの質疑に応答させた。続いて、論文内容及び口頭試問を総括する最終試験を実施した。

以上の論文審査及び最終試験の結果、申請論文は学位論文として十分な内容を有し、申請者の関連分野における知識と学力は十分基準を満たしていることが、全審査委員一致で判定された。したがって、申請者 今井正樹 は博士(生活環境情報)の学位を授与されるに値すると判断した。