論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	田畑　洋輔（たばた　ようすけ）
○学位の種類	博士（工学）
○授与番号	甲　第 712 号
○授与年月日	2011 年 3 月 31 日
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項
○学位論文の題名	水流解析による浄化槽一次処理槽の設計に関する研究
○審査委員	（主査）中島　淳（立命館大学理工学部教授） 天野　耕二（立命館大学理工学部教授） 神子　直之（立命館大学理工学部教授）

＜論文の内容の要旨＞

本研究では、浄化槽の一次処理槽を対象として、槽内の水流が汚泥貯留性能に及ぼす影響と、数値流体力学（CFD）を用いた水流の予測、およびその一次処理槽設計への適用可能性について検討した。第 1 章では、研究の背景と論文の構成が述べられている。第 2 章では、超音波ドップラー流速計（ADV）を用いた槽内微流速の測定において、信頼性の高いデータを得るためのデータ処理方法が検討された。また、一次処理槽内の流速について CFD シミュレーション結果の検証に用いる基礎データが取得されている。第 3 章では、堆積汚泥界面上の流速と汚泥巻き上げレベルとの関係を検討した。堆積汚泥濃度が 10,000 mg/L の条件では、汚泥界面上の平均流速が 1.5 cm/秒以上で、流出の危険性が高い巻き上げが生起することが明らかにされた。さらに、流速の移動平均処理により、流速ピークと高レベルの巻き上げとの関連を示した。第 4 章では、CFD を用いて一次処理槽内の水流をシミュレーションし、ADV による実測結果と比較することで、CFD の流速予測の信頼性を評価した。流入水量 20 L/分と 50 L/分の両条件で、CFD シミュレーションによる水流パターン、流速、および流向は実測結果と良好に一致した。第 5 章では、CFD を用いて計算した汚泥界面上の流速と汚泥流出との関係を検討した。堆積汚泥高さが一定以上になると SS 流出量が増加することなど、汚泥界面上の流速をシミュレーションすることで、汚泥流出のリスク評価が可能と考えられた。第 6 章では、CFD を用いた一次処理槽設計の事例として、バッフルの構造が汚泥界面上の流速に及ぼす影響が検討され、汚泥の限界貯留高さは、バッフルの下端から汚泥界面までの距離の影響を受けることが示された。第 7 章は研究の総括である。

＜論文審査の結果の要旨＞

環境の保全と健全な水循環の推進において、分散型処理システムである浄化槽の担う役割は大きく、今後の様々な機能向上のニーズに対応して、その構造面の技術開発が継続して求められている。家庭用浄化槽の二次処理については 1990 年代～2000 年代に大きな技術進展がみられ、槽容量の縮小がすすめられたが、一次処理槽の設計については経験的な域を出ぬままの設計手法が踏襲されている。本研究は、その一次処理槽の設計の理論化をすすめるために、水流のシミュレーションツールとして CFD を用いることを提唱し、丹念なデータ収集からその適用可能性を明らかにした点で価値あるものであるが、さらに以下の点から高く評価することができる。

1. 一次処理槽の微流速測定のために ADV を用い、これまでにない細かな槽内流速データが得られた。また、そのために明らかにした ADV の最適なデータ処理法は、ADV による類似の測定事例にも応用可能である。

2. 堆積汚泥界面上の流速と汚泥巻き上げとの関連について、巻き上げのレベルを後段の処理への影響にも考慮した 4 段階に区分することによって、定量的かつ明瞭に表現することに成功した。

3. CFD の適用で必須な実測データとの比較については、500 回を超える実測によって比較データを収集した上で、水流の全体パターン、個々の測定点の流れの向きと大きさの 3 点から検討し、高い信頼度で両者の一致を示した。

4. CFD 適用の有用性を、堆積汚泥の厚さや、バッフル高さなど実際の一次処理槽の特徴に適用させて検討し、今後の一次処理槽設計への導入方向を示唆した。

以上にみられる新規性、有用性に加えて、完成度の高い論文として評価でき、また今後の実技術への発展も期待される。

本論文の審査に関して、2011 年 2 月 3 日（木）15 時 00 分～16 時 30 分イーストウイング 3 階環境都市系第 2 演習室において公聴会を開催し、申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者田畑洋輔に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、汚泥界面の扱い方、浄化槽構造の特徴と関連させた今後の応用、嫌気性微生物による処理過程との関連性などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても申請者の回答は適切なものであった。よって、以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、本論文は博士の学位に値する論文であると判断した。

＜試験または学力確認の結果の要旨＞

本論文の主査は、本論文提出者と本学大学院理工学研究科総合理工学専攻博士課程後期課程在学期間中に、研究指導を通じ、日常的に研究討論を行ってきた。また、本論文提出後、主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った。

本論文提出者は、本学学位規程第 18 条第 1 項該当者であり、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、本論文提出者が十分な学識を有し、課程博士学位に相応しい学力を有

していると確認した。

以上の諸点を総合し、本論文提出者に対し、「博士（工学　立命館大学)」の学位を授与することを適当と判断する。