

Title	気液二相噴流により誘起される流体槽内の流動構造の研究
Author(s)	大出, 浩輔
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/46895">http://hdl.handle.net/11094/46895</a>
DOI	
rights	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	大出浩輔
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第20306号
学位授与年月日	平成18年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科機械物理工学専攻
学位論文名	気液二相噴流により誘起される流体槽内の流動構造の研究
論文審査委員	(主査) 教授 片岡 勲 (副査) 教授 武石賢一郎 教授 辻 裕 教授 稲葉 武彦 助教授 大川 富雄

#### 論文内容の要旨

近年では、ますます水環境改善に関する要求が厳しくなるとともに、経済的な効率が重視されるようになり、より高効率で高機能のばっ気、嫌気攪拌装置の開発が強く求められている。こうした要望に対応するために、ばっ気ならびに嫌気槽の流動、物質移動現象を支配する素過程についての、より詳細で正確な知識とそれに基づく信頼性の高いシミュレーション技術が不可欠となってきた。本研究は、気液二相噴流により誘起される流体槽内の流動構造に関する気液二相噴流現象、物質移動現象を支配する素過程の知見を取得し、槽内の循環流を効率よく発生させるメカニズムを明らかにすることを目的とし、その結果を高効率で高機能のばっ気装置の開発にも応用したいと考えた。

表面ばっ気の素過程の解明のため、液滴の気液界面への突入させる実験的観察とモデリングおよび数値シミュレーションによる解析を実施し、次に表面ばっ気状態の散水側を模擬した、気泡の巻き込みや槽内での循環流の誘起、乱れの発生、液噴流と気泡の相互干渉などの流体力学的現象について、その流動構造や機構について実験と解析で明らかにした。最後に、実験で求めた流入部の流速分布を数値シミュレーションの流入境界条件として適用し、気液二相噴流により誘起される流体槽内全体を種々の条件下で数値シミュレーションを実施した。

以上により、気液二相噴流により誘起される流体槽内の流動構造、物質移動現象を支配する素過程の知見を取得し、槽内の循環流を効率よく発生させるメカニズムを明らかにした。また高効率のばっ気攪拌操作を行うために適正な、噴流の液面突入角度と位置の具体例を示した。本論文の構成は以下になる。

第1章では、本研究の背景、目的等を述べた。

第2章では、液滴の気液界面への突入により誘起される流体槽内の流動構造を解明するため、液滴を流体槽内へ落下させて、界面と界面下を高速度撮影により観察する実験と液面下の渦輪の流動のモデリングと数値シミュレーションを行った。その結果、界面および界面下の物理現象と流動状況を解明した。

第3章では、表面ばっ気状態の散水側を模擬した実験と解析について述べた。液体槽の液面へ、液面上方から液体流を突入させ、液面下の流速とボイド率を測定し、それらの分布を実験的に示した。気泡の巻き込みや界面下での流れの誘起、乱れの発生、液噴流と気泡の相互干渉などの流体力学的現象について、その流動構造や機構について明らかにした。

第4章では、第3章の実験で求めた流入部の流速分布を数値シミュレーションの流入境界条件として適用し、気液

二相噴流により誘起される流体槽内の流動構造を数値シミュレーションにより解明し、その噴流の液面に対する入射角度または入射位置を変化させた場合の槽内全体の流速分布あるいは底部流速分布を示した。気液二相噴流により誘起される流体槽内全体を種々の条件下で数値シミュレーションを実施し、槽内の循環流を効率よく発生させるメカニズムを明らかにした。

第5章では、本研究で得られた結論を総括した。

## 論文審査の結果の要旨

本論文では環境問題の中でも近年ますますその重要性が高まっている水環境改善に関連して、より高効率で高機能のばっ気装置を開発するため必要となる流体力学的な素過程の解明とその実際の機器への応用に関する研究を行っている。

高効率で高機能のばっ気装置として気液二相噴流をばっ気槽の自由表面に流入させ、それにより誘起される流体槽内の流れによって流体中への酸素の供給を行うものが開発されているが、その効率向上、性能向上のためには気液二相噴流がばっ気槽の自由表面に流入する際の素過程、それにより誘起される槽内の循環流の流動特性のメカニズムに関する知見が不可欠となる。本研究ではこうした、気液二相噴流がばっ気槽の自由表面に流入する際の流体力学的挙動についての詳細な実験的、解析的研究を行いそのメカニズムを明らかにするとともに、気液二相噴流によりばっ気槽内に誘起される流動特性についても実験的、解析的に明らかにしてそのシミュレーション手法を確立している。

まず、気液二相噴流がばっ気槽の自由表面に流入する際の素過程の解明のため、液滴が自由液面に衝突する際の素過程についての詳細な実験的研究を行い、液滴の衝突速度、衝突角度による衝突時の界面挙動ならびにそれにより流体中に誘起される流れに及ぼす影響を明らかにするとともに、その物理的なモデルを構築し、数値シミュレーションによる解析手法を開発し、実験結果と良好な一致を見ている。さらに、複数の液滴を自由液面に衝突させた際の液滴間の相互作用についても実験的に明らかにしている。

次に気液二相噴流が連続的に自由液面に流入する際の自由液面並びにばっ気槽内での気泡の巻き込みや槽内での循環流の誘起、乱れの発生、液噴流と気泡の相互干渉などの流体力学的素過程についての詳細な実験を行い、その流動構造や流動のメカニズムについて明らかにしている。その結果を用いて気液二相噴流により誘起されるばっ気槽内全体の流動特性をシミュレーションする手法を開発し実験結果を高精度に予測することに成功している。

こうして得られたシミュレーション手法を実際のばっ気装置に適用して、気液二相噴流により誘起されるばっ気槽内の流動構造を二相噴流の液面に対する入射角度または入射位置を様々に変化させた場合について解析を行い、槽内の循環流を効率よく発生させ、高効率のばっ気を行う条件を見いだしている。

以上のように、本論文は気液二相噴流が流体槽の自由液面に流入する際の界面挙動や流体槽内に誘起される流動特性について学術的にも有用な多くの知見を見いだすと共に、水環境改善装置の高機能化、高効率化に関連して技術的にも大きな貢献をするものである。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。