

氏名(本籍)	さか いり のぶ ゆき (東京都)		
学位の種類	博 士 (工 学)		
学位記番号	博 甲 第 4653 号		
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	気液混相流の渦崩壊と微細気泡の生成および音波の発生		
主 査	筑波大学教授	工学博士	京 藤 敏 達
副 査	筑波大学准教授	農学博士	足 立 泰 久
副 査	筑波大学教授	博士(工学)	阿 部 豊
副 査	筑波大学准教授	工学博士	武 若 聡
副 査	筑波大学教授	工学博士	松 内 一 雄

論 文 の 内 容 の 要 旨

本研究では「渦崩壊を用いた微細気泡発生装置」を設計する際に必要となる装置によって生成される旋回流周波数および装置の抵抗を実験的に求め、さらに装置の稼働に伴って放射される音波の計測から装置の稼働状況、すなわち旋回流周波数および気泡径、を推定する方法について提案した。

微細気泡発生装置は、渦崩壊発生装置の縮流部におけるサーキュレーション数が2より大きくなるように設計する必要がある。そこで、第一に旋回流発生装置が生成する旋回流周波数と装置の幾何学的形状の関係を明確にした。第二に、旋回流発生装置と渦崩壊発生装置の最適な組み合わせを与えるための基礎的な研究として、それぞれの抵抗を抵抗係数の形で評価した。これにより、本微細気泡発生装置を効率よく運用するための設計法が確立された。

装置稼働時の音波については、装置の稼働によって生じる気体の形態によって、気柱の振動および伸縮による音波、離脱気泡の振動による音波、気泡雲中を伝搬する音波に分類することができる。それらのうち、気柱振動による音波は1kHz程度の低周波の音波で大きな音圧を示す。一方で離脱気泡の振動による音波は10kHz程度の周波数で音圧は小さく気柱から気泡が離脱するごとに発生すると考えられる。気柱の振動による音波は気柱径、離脱気泡の振動による音波は離脱気泡の気泡径、気泡雲中を伝搬する音波の音速の減少は気泡雲中の微細気泡の径と関係がある。そこで、装置稼働時の音波を収集し、気柱、離脱気泡の音波の周波数を抽出することで、気柱径の推定、離脱気泡の径の推定を行った。これにより音波の計測から装置の稼働状況を確認が可能であることが示された。とくに、気柱振動については、気柱の運動方程式を導出し、その解析を行うことで気柱径と気柱振動の固有振動数の関係式を求めた。

最後に、装置稼働時に放射される音波の気泡雲中における音速を音圧波形の相関を計算することで求めた。この音速を基に気泡雲のボイド率を気液混相流体中の音速の理論式から求め、さらに単一気泡径、気泡の均質な分布を仮定することでマイクロバブルの平均の気泡径を推定した。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文では、「渦崩壊を用いた微細気泡発生装置」に関連して、新たな流体力学的な課題、すなわち旋回流の抵抗則および気柱の発する音波について、実験式および気柱の運動方程式の導出を行った。また、音波を計測することで装置の稼働状況を判断する方法を示した。これらの成果は流体力学的な課題の提起および微細気泡発生装置の設計および運用という工学的課題の解決にとって極めて重要であると判断される。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。