

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 1228 / 号
------	----------------

氏 名 Nguyen Thanh Tam

論文題目

Characterization and application of chemical and mechanical effects induced by ultrasonic cavitation
(超音波キャビテーションによる化学的および機械的効果の特性と応用)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	准教授	安田 啓司
委員	名古屋大学	教授	後藤 元信
委員	名古屋大学	教授	則永 行庸
委員	名古屋大学	准教授	義家 亮

論文審査の結果の要旨

Nguyen Thanh Tam君提出の博士論文「Characterization and application of chemical and mechanical effects induced by ultrasonic cavitation (超音波キャビテーションによる化学的および機械的効果の特性と応用)」は、超音波キャビテーションとその化学的効果、機械的効果の関係や特性を明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章「General Introduction」では、本研究の学術的、技術的背景として、超音波、キャビテーション、ソノケミストリーについての概説し、さらに、これまで報告されている研究をまとめ、最後に本研究の目的と意義を述べている。

第2章「Theory」では、超音波キャビテーションに関する理論を説明している。また、超音波キャビテーションの検出に使用するにブロードバンドノイズの解説をしている。

第3章「Sound pressure and cavitation threshold」では、駆動周波数を22 k~4880 kHzの高範囲で変えながら、キャビテーション閾値、第1超高調波および第2高調波の閾値を測定している。閾値とはキャビテーション、あるいはそれぞれの信号が発生し始める最低の基本周波数の音圧のことである。キャビテーション閾値は周波数とともに増大することを明らかにした。これは、周波数が高くなると、気泡が発生するための1サイクルあたりの負圧の持続時間が短くなりキャビテーションが発生しにくくなることを示す重要な知見である。また、それぞれの閾値を比較すると、第2高調波、キャビテーション、第1超高調波の順に高くなることを見出した。この現象は、気泡の生成・振動、圧壊、凝集挙動を理解するうえで有用な知見である。

第4章「Thresholds of chemical and mechanical effects」では、化学的効果はヨウ化カリウムの酸化反応速度、機械的効果はアルミフォイルのエロージョン挙動を測定することによって、22 k~4880 kHzにおける化学的効果、および機械的効果の閾値を求めた。化学的効果の閾値はキャビテーション閾値と近い値となったが、機械的効果の閾値は98 kHz以上においてキャビテーション閾値よりもはるかに高くなった。これは、周波数が高くなるほど、圧壊直前の気泡が小さくなり、マイクロジェットの流速が低くなるため、高い音圧が必要になることを示す重要な知見である。

第5章「Measurement of distribution of broadband noise and sound pressures in sonochemical reactor」では、超音波反応器内において、ハイドロフォンを縦・横方向に1 mmずつ動かしながら、それぞれの場所のブロードバンドノイズ強度を測定することによって、反応場の空間分布を可視化する技術を開発した。さらに、基本周波数の音圧分布と比較した結果、音圧が非常に高い部分では反応場が弱くなることを見出した。これは、音圧が非常に高くなるとビョクネス力により気泡が排除されることを裏付ける貴重な知見である。

第6章「Application of ultrasonication and silica gel on removal of silicic acid in geothermal water」では、超音波キャビテーションの応用として、地熱発電所の配管に生成するシリカスケールの析出を防止するために、シリカゲルと超音波を併用した過飽和シリカの除去を行った。その結果、本方法は過飽和シリカの除去に有効であり、500 kHzの化学的効果の強い超音波でシリカ重合を促進した後、28 kHzの機械的効果の強い超音波でシリカゲルに吸着させることによって、除去率が非常に高くなることを明らかにしている。

第7章「Summary」では、本研究で得られた成果を総括し、今後の展望について述べている。

以上のように、本研究は、超音波キャビテーションとその化学的効果、機械的効果に対して、それらの閾値や大きさの程度を測定する新しい技術を開発しつつ、特性を明らかにした。さらに、この技術を超音波反応器内の反応場分布の可視化やシリカスケール析出防止に応用したものであり、これらの成果は、超音波反応器や超音波洗浄機などの様々な超音波利用機器の開発に有用であることから、学術、また工学の発展に寄与することが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者Nguyen Thanh Tam君は、博士(工学)の学位を受けるのに十分な資格があると判定した。