

[別紙 2]

審査の結果の要旨

氏名 掛川晃彦

キャビテーションによって発生する局所的な高温を利用して、ダイオキシン等の難分解性の有機化合物を分解する技術が注目を集め、国内外で研究が進められている。キャビテーションを発生させる方法としては超音波を使用する方法と、流体力学的な方法の2通りがある。このうち、超音波を使用する方法は実験が容易である利点があり、これまでの研究で主に用いられてきた。しかし、電気エネルギーを超音波振動子により超音波エネルギーに変換する際に大きな損失が発生するため、大規模なプラントには適していないと考えられている。一方で、ポンプとノズルまたはオリフィスなどを用いて流体力学的にキャビテーションを発生させる方法は、構造が単純であり機械的な効率が高いという利点があるが、実験が難しいという問題があったため、これまでにはあまり研究されてこなかった。これに対して、本研究の目的は、ノズルから高圧で静止水中に水ジェットを吹き出すことにより発生する「水ジェットキャビテーション」について、実験装置及び方法を工夫することで再現性がある実験を可能にするとともに、条件を系統的に変化させた実験を行うことにより、キャビテーションによる有機化合物の分解に関する基礎的な理解を深めることである。

本論文は7つの章で構成されている。第1章では、本研究の背景と目的および進め方に関して述べ、第2章では新たに設計された実験装置について述べている。続いて第3章においては、水ジェットキャビテーションの流体力学的特性を明らかにする実験を行った結果について述べている。ここでは、PVDF膜を用いた高時間分解能衝撃力センサを用いて、気泡崩壊衝撃力の大きさと発生頻度を計測し、ノズルからの距離及び周囲圧との関係を整理した点が新しい成果であると言える。

第4章では、従来の実験方法における問題点を指摘し、イオンクロマトグラフィによる生成物(陰イオン)濃度変化の分析を行うことで定量的に分解速度を計測できることを示した。

第5章では、第4章で示したキャビテーション・ジェットによる有機化合物の分解の定量的な計測手法を用いて、各種の条件下における分解実験を行った結果を述べている。吐出圧、周囲圧力、ノズル径、ノズル形状、有機化合物の種類、総体積、ラジカル捕捉剤の有無、紫外線照射の併用など幅広い条件に対し系統的に実験を行い、各パラメータが分解効率に与える影響を定量的に評価したことが重要な成果である。

第6章では第5章の実験結果から相似則を導出することを行った。まず、第5章で示した系統的な実験により計測された吐出圧力と周囲圧力及び有機物の種類の影響についての

実験式を提案した。続いて、第 3 章で行ったキャビテーション・ジェットの力学的特性に関する計測結果を参照して、分解プロセスに関する仮説を用いたより合理的な相似則の検討を行った結果について述べている。

以上に示したように、本論文は流体力学的キャビテーションの有機化合物分解への応用に関して、初めて系統的に条件と分解速度の関係を調べ、さらに力学的特性との関連から分解速度に関する相似則を提案した点に大きな価値を持つ。

よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。