

審査の結果の要旨

氏名 ベナニ ノラ アン

本論文は、気泡塔を用いた浮上分離による水処理技術と関連して、泡沫中を移動する微粒子に関して、泡沫の硬さや湿り度が微粒子の挙動に与える影響について実験的に調べ、より効率よく微粒子の浮上分離が行なえるための条件に関して知見を得ることを目的としている。

近年、水環境の急速な悪化に伴い、高効率で低環境負荷の水処理技術として、微細気泡の利用による浮上分離システムが大きな注目を集めている。本研究は、このような浮上分離システムにおいて、汚水物質を濃縮除去するプロセスで現れる気泡塔上部の泡沫部分に着目し、上昇泡沫中を下降する微粒子の挙動を詳細に解析しようとするものである。本論文は「The behaviour of tiny particles within rising foams (上昇する泡沫中における微小粒子の挙動)」と題し、全8章からなる。

第1章は「Introduction」であり、研究の背景と目的、また過去に行われた泡沫に関する研究を挙げ、これらに対する本論文の位置づけを述べている。ここでは特に浮上分離技術への応用を意識して研究の背景を説明し、泡沫の研究の重要性を説明している。

第2章は「Experimental System」と題して、本研究で行なった実験に関して、実験装置および実験方法の説明を行なっている。本研究では、泡沫に異なる特性を与える表面活性剤として、サポニンとカゼインが用いられている。本章では、これらの表面活性剤に関する諸量および泡沫の生成法とレーザーシートを用いて粒子の追跡法などに関して、説明が与えられている。

第3章は「Behaviour of rising foams」と題して、泡沫が上昇していく挙動に関して実験結果が整理されている。サポニンとカゼインの2種類の表面活性剤の特性の違いおよびその濃度に依存して、硬い-柔らかい、湿潤-乾燥、などの分類ができるが、ここではこれらの特性の違いと泡沫の上昇速度の関係について詳細に調べている。

第4章は「Sedimentation of particles within foams」と題して、上昇する泡沫中を下降する微小粒子の速度の測定に関して実験データが提供されている。

第5章は「Influence of particle sizes」と題して、第3章、第4章の結果を基に、解析を進め、微粒子サイズの影響について論じている。その結果、微粒子サイズの増加とともに沈降サイズは単調に減少し、大きい微粒子の方がより簡単に除去できることが定量的に議論されている。

第6章は「Microscopic analysis」と題して、泡沫の微細構造と関連した議論が進められ、微粒子の沈降には泡沫の節点における微粒子の停留時間が重要となるが、柔らかいサポニン泡沫では微粒子は節点にとどまりづらく通過するのに対し、硬いカゼイン泡沫では節点における微粒子の停留時間が長くなることが示されている。

第7章は「Modelling for particles behaviour」と題して、泡沫中を移動する微粒子の運動のモデル化が行なわれている。プラトー境界といわれる泡沫間の流路と泡沫中の節点における微粒子の挙動を分離してモデル化し、泡沫中の微粒子沈降をモデル化している。さらに、プラトー境界における流動構造をモデル化し、単純な理論では予測しきれない部分について考察を行なっている。

第8章は「Conclusion」であり、本研究で得られた結果を総括している。

以上、従来は浮上分離に対する泡沫の影響に関しては、泡沫全体としての粒子除去特性を評価する立場での研究が主流であり、泡沫の構造とその泡沫間の間隙を流れる液流および微粒子の挙動の観点から粒子除去について論じた論文は極めて少ない。本研究は、界面活性剤の種類および濃度を変化させることにより泡沫の特性を変え、そのもとで微粒子の挙動を詳細に調べることにより微粒子除去に対する影響を論じている点で独創性があり、優れた論文である。

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。