

コロイド分散系の微細孔を通る流れに関する研究

梅 伸 司*

A Study of Aqueous Colloidal Dispersions Flowing through Small Holes

by Shinji TOGA

本論文は微小なオリフィスや多孔質膜を通るコロイドの流れに関する研究を学位論文としてまとめたものである。

第1章 緒言は本研究の背景と目的について述べている。即ち、サブミクロンの粒子を含有する流体すなわちコロイドでは、分散する粒子の径が微細化するのに伴い、流動性や分散性に大きな変化が生じる。本研究では、供試流体として蒸留水、および2種類の希薄なコロイドに着目し、コロイドが微小なオリフィスを通過する場合の流量特性に関する実験を粒子間の静電的斥力を制御して行い、さらに、電場印加により生じるコロイドの多孔質膜通過流を利用する微小流量マイクロポンプを提案する。

第2章は、微小孔流れの基礎として蒸留水の微小オリフィス通過流の流動特性について述べている。微小オリフィスとして、50, 100, 200, 400 μm の4種類の光学用ピンホールを用い、蒸留水がこれらを通る際の圧力損失と流量変動を測定し、レイノルズ数が約60付近で特異的不安定と呼ばれる異常な流量変動が生じること確認している。又、この特異的不安定の特徴を把握するためにオリフィス流れの可視化を行い、特異的不安定現象の発生メカニズムについて考察を行っている。

第3章は希薄な水分散系コロイドのオリフィス流れについて述べている。本章で用いたコロイド粒子は静電的斥力の顕著なポリスチレン粒子とファンデルワールス引力の顕著なシリカ粒子であり、いずれも平均粒子径が約100nmの球状をしており、これ

らを蒸留水中に分散させ種々の体積分率に調整した。体積分率1%のポリスチレン粒子分散系とシリカ粒子分散系について、脱塩処理された場合の流量の時間変動が示され、さらに塩を添加した結果が示されている。ポリスチレン粒子分散系は、脱塩および低塩濃度において大きな流動不安定性を示し、第2章の蒸留水でみられた特異的流動不安定も継承されることが示されている。一方、シリカ粒子分散系では、どの塩濃度においても流動は比較的安定しているが、特異的不安定だけは低塩濃度でのみ発現することが示されている。いずれの分散系についても流動の不安定性が、ある塩濃度を境に劇的に抑制される。この安定・不安定性と粒子表面間相互作用の関係を考察するため、コロイド粒子の凝集挙動などで重要な役割を果たす粒子表面間ポテンシャルの二次極小距離の計算を行い、二次極小距離が表面間平均距離以下となることが安定化の条件であることを導き、この結果を種々のコロイド系で確認している。

第4章は微小な流量を駆動するマイクロポンプについて述べている。実験では、水分散系コロイドで満たした流路内に5 μm 前後の孔径を持つニッケル製多孔質膜を流れの方向に垂直に配置し、これを2枚の電極で挟み電圧を印加した。電極間に3~10Vの定電圧を印加したところ、流量は印加電圧に比例して変化し二次生成物の泡も発生しなかった。最大流量は、印加電圧10Vのとき、2.5mm³/secであった。これにより、微小流量を駆動するポンプとしての機能が確認された。

*新潟大学大学院自然科学研究科

[新潟大学博士(工学) 平成20年3月授与]