

Title	界面活性剤水溶液の流動特性と流動誘起構造に関する研究
Author(s)	橋本, 隆昌
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48511
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	橋本隆昌
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 21171 号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科機械物理工学専攻
学位論文名	界面活性剤水溶液の流動特性と流動誘起構造に関する研究
論文審査委員	(主査) 助教授 山本 剛宏 (副査) 教授 稲葉 武彦 教授 梶島 岳夫 教授 田中 敏嗣

論文内容の要旨

第 1 章では、序論として界面活性剤の性質や特性について触れ、界面活性剤水溶液に関する過去の研究や最近の研究動向について述べ、その中における本研究の位置づけを行った。そして、複雑流路の一つであるキャピラリーレオメータを用いて流動特性を求め、流動によってミセルのネットワーク構造の変化が起こっていることを示唆する流動特性の変化を明らかにし、光学測定によって構造変化を捉えて流動特性と比較検討することを研究の目的とした。

第 2 章では、まず本研究で用いた試料流体について説明した。そして、試料流体のレオロジー特性をコーンプレートレオメータを用いて調べた。その結果、界面活性剤水溶液のレオロジー特性が Maxwell モデルで表されることを確認し、Maxwell モデルにおける緩和時間の界面活性剤濃度や塩濃度の依存性を明らかにした。そして、緩和時間が臨界濃度において極大値や極小値を有することを確認した。さらに、せん断応力制御でクリープ試験を行い、せん断速度の時間変化を調べた。その結果、塩濃度が低い条件下ではせん断速度の立ち上がりに非常に長い時間を要し、ミセルのネットワーク構造の変化に十分な時間が必要であることがわかった。

第 3 章では、キャピラリーレオメータを用いて試料流体の流動特性を求め、界面活性剤濃度や塩濃度の依存性を調べた。これらの依存性では、先の Maxwell モデルの緩和時間における臨界濃度を境界として説明できることがわかった。そして、流動特性では shear-thinning 特性や shear-thickening 特性が見られ、これらの特性はミセルのネットワーク構造の変化と関係があると考えた。特に、低い塩濃度において、shear-rate-jump と呼ばれる不連続が確認され、劇的な構造変化が示唆された。

第 4 章では、キャピラリー管へ流入する急縮小部流れについて調べた。その結果、急縮小部上流において渦の発生が確認され、高分子流体と同様にせん断速度の増加とともに渦の長さが成長したのが確認された。

第 5 章では、スリット流路を用いて流動特性を求め、流動複屈折や小角光散乱の光学測定を行った。その結果、shear-thinning 特性ではミセルが流れ方向に配向し、見かけの粘度が減少していると考えた。そして、shear-thickening 特性の領域では流動複屈折や散乱パターンに周期的な振動が見られ、レーザの波長程度の大きさの構造体が形成されていることがわかった。

第 6 章では、本研究で得られた結果についてまとめ、結論を述べた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、流体内部構造を有する複雑流体のひとつである界面活性剤水溶液を対象として、その特異な流動特性について調べ、さらにそれらの流動特性と界面活性剤のミセルが形成する流体内部構造の流動による変化の関係を論じたものである。その主な成果は以下のようである。

- (1) コーンプレートレオメータを用いた流動特性の測定により、界面活性剤水溶液のレオロジー特性が単一緩和時間のマックスウェルモデルで表されることを確認し、その緩和時間に対する界面活性剤濃度および塩濃度の影響を明らかにしている。そして、低塩濃度ではミセルネットワークの構造変化に十分な時間が必要となることを見出している。
- (2) キャピラリーレオメータを用いた実験により、界面活性剤水溶液の流動特性の界面活性剤濃度依存性および塩濃度依存性が、緩和時間が極大・極小値を示す臨界濃度を境界として分類できることを示している。
- (3) キャピラリー管入り口部付近の可視化実験により、界面活性剤水溶液の流動特性と流体内部構造の流動による変化の関係について解析している。そして、高分子流体などの粘弾性流体と同様の渦成長現象を確認するとともに、界面活性剤水溶液特有の白濁現象を観測し、その流体内部構造の変化との関連性について議論している。そして、界面活性剤水溶液の流動様式を、せん断応力と壁面せん断速度との関係である流動曲線と対応させて、ニュートン領域、安定領域、振動領域、不安定領域に分類できることを明らかにしている。
- (4) スリット流路を用いた流動複屈折測定および小角光散乱測定の光学測定実験により、界面活性剤水溶液の流動特性と流動誘起内部構造の関係について考察し、**shear-thinning** 領域では、ミセルの流動方向への配向に起因して見かけの粘度の低下が生じ、**shear-thickening** 領域では、ミセルがより大きな構造体を形成することにより粘度の増大が起きるといふ、流体内部構造の変化による流動特性の変化のメカニズムを提案している。

以上のように、本論文は界面活性水溶液の流動特性と流動誘起構造の関係について有用な知見を得ており、学術的価値は高く、界面活性剤水溶液の流動メカニズムの解明に対する貢献が大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。