

# 円管内における界面活性剤水溶液の流動特性

知能流体力学研究室

三浦慶人

## 1. 緒言

界面活性剤は水に馴染みやすい親水基、水に馴染みにくい疎水基で構成されている。これらで構成された界面活性剤は洗剤や柔軟剤などに含有されている。この界面活性剤は水に溶解することで、ミセルと呼ばれる分子集合体を形成する。ミセルは界面活性剤の濃度や温度、種類によって球形状や棒形状を形成し、そこに対イオンとなる塩を添加することで紐状へと変化する。さらに紐状ミセルを含む界面活性剤水溶液にせん断を加えると紐状ミセルが絡み合い、ネットワーク構造を形成する。このネットワーク構造を有する界面活性剤水溶液を管内で流動させると、流動抵抗が低減する。この作用は流動抵抗低減効果と呼ばれ<sup>(1)</sup>、省エネルギー化の観点で非常に注目されている。流動抵抗低減効果の原因は流動時のミセル構造の変化により、乱流抑制効果が起こることによる。しかし、流動時のミセル構造の変化を観察することは困難であるため、そのメカニズムの解明には至っていない。

本研究では流動抵抗低減効果の乱流抑制効果に注目して研究を行う。そこで、円管内における水と界面活性剤水溶液の流跡線を可視化し<sup>(2)</sup>、それらを比較することで乱流抑制効果の有無を確認する。

## 2. 実験装置および方法

図1に流動装置の概略図を示す。流動装置は全長 2.55m、幅 0.71m である。測定管は内径 16mm、外径 22mm のアクリルパイプである。ポンプにはエレポン化工機製のシールレスポンプ SL-5SN を、流量センサにはキーエンス製のアンブ分離型デジタル流量センサ FD-P50 を用いる。

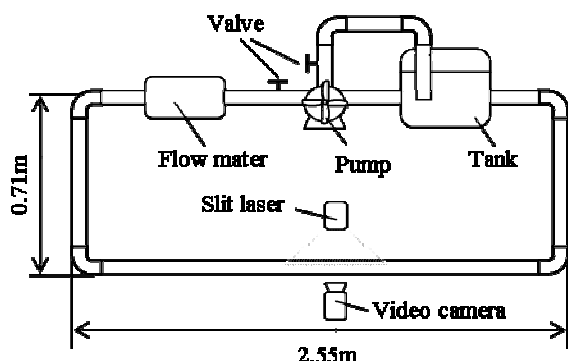


Fig.1 Experimental apparatus

本実験では流跡線の可視化にアルミ懸濁法<sup>(3)</sup>を用い、円管内の流れを撮影する。アルミナ粒子には日本軽金属製の A11 を、レーザにはブロードバンド製のグリーンレーザーシステム AGL532DS-E-TTL を、レンズにはエドモンド製レーザーラインジェネレーターレンズ 43473-J を、ビデオカメラには

SONY 製のハンディカム HDR-SRI を用いる。流路内を流動する溶液に少量のアルミナ粒子を添加した後、レーザ光をレンズによってスリット光源にし、流動方向に対し平行にスリット光を通す。そして流動中のアルミナによって反射した光をビデオカメラで撮影する。

本実験では試薬として、界面活性剤に CTAB(セチルトリメチルアンモニウムブロミド)を、対イオン塩に NaSal(サリチル酸ナトリウム)を(いずれも和光純薬工業製)、溶媒には水を用いる。CTAB と NaSal の質量比率は 1:1 である。本実験では水と 65ppm の界面活性剤水溶液の流跡線を比較する。

## 3. 実験結果および考察

図 2, 3 にそれぞれ、平均流速 0.5m/s における水と界面活性剤水溶液の流跡線を示す。解析結果を比較すると平均流速 0.5m/s における水の流跡線は乱れている。一方、同じ平均流速でも界面活性剤水溶液の流跡線は乱れていない。この結果、界面活性剤を水に添加することにより、乱流抑制効果が起こる事が確認できる。

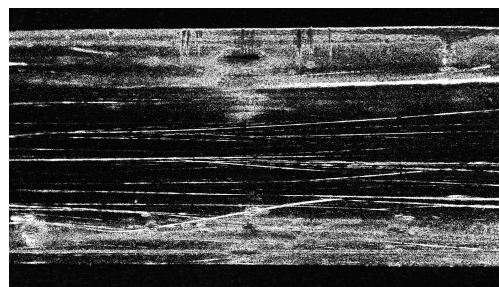


Fig.2 Flow of water in average 0.5m/s

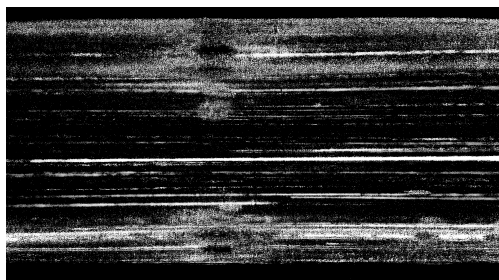


Fig.3 Flow of surfactant solution in average 0.5m/s (65ppm)

## 参考文献

- (1) 稲葉英男, 界面活性剤添加水溶液の管内流動抵抗軽減と熱伝達, 日本機械学会論文集, 61 巻 589 号, 1995
- (2) 流れの可視化入門, 朝倉書店, 1996
- (3) 石井幸治, 粒子画像流速測定法(PIV)のための流れの可視化, 九州大学応用力学研究所技術室