

スピラインレオメータの改良について

機械・環境建設系技術班 十河 基介

1. はじめに

非ニュートン流体である高分子溶液の流動現象において、高分子溶液のせん断特性だけで解明することは難しく、伸長粘度を測定することが重要であるとされている。高分子溶液の伸長粘度測定においては、いくつかの方法が提案されている。その中でスピラインレオメータは装置の簡易さ、せん断流れの影響を受けにくいなどの利点を持っている。そこで今回、過去に製作したスピラインレオメータによる伸長粘度測定の簡易化および精度の向上を目的として、ノズル形状の最適化などの改良を行った。

2. スピラインレオメータ

2.1 測定方法

図-1にスピラインレオメータの概略図を示す。高分子溶液はシリンジポンプから押し出されステンレスパイプ（15G, $\phi 1.81 \times \phi 1.45$ mm）に流入し、吐出しノズルから流出する。パイプは曲率半径比がおおよそ $Rc/d=3$ で 90° 曲げられている。ここで Rc は曲率半径、 d は管の内径である。流れによる振動の影響は、パイプに接続されたダンパーによって抑制されている。流出した高分子溶液を真空ポンプに接続された口径 $\phi 1.00$ mm の吸込みノズルで吸い込むことによって、高分子溶液に伸長力を加え、一軸伸長流れを作り出した。流量はシリンジポンプの押し込み速度によって調整する。吐出しノズルから吸込みノズル間の高分子溶液の形状をスピライン形状という。このスピライン形状をカメラによって撮影し、得られた画像から形状の変化量を読み取る。パイプのたわみ量は変位レーザーで測定する。また、試料流体の表面張力をペンダントドロップ法により求めた。これらの測定結果からノズル外力、慣性力、重力、表面力を求めることにより伸長粘度を得ることができる。¹⁾

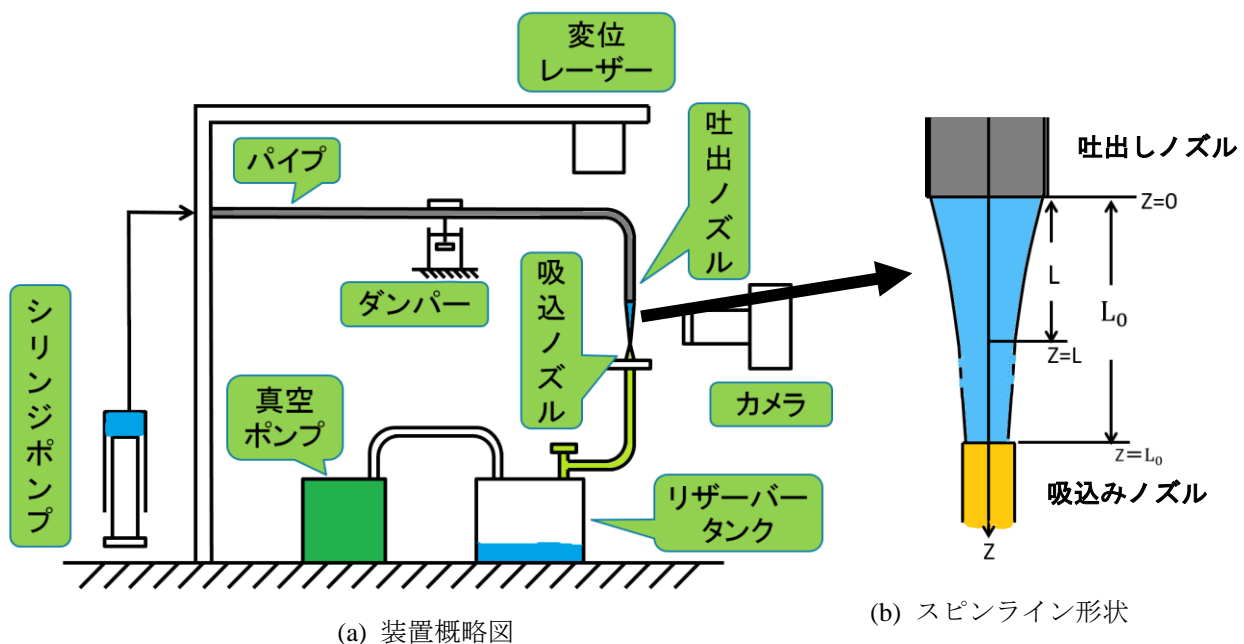


図-1 スピラインレオメータ

2.2 装置の改良について

スピンドルレオメータによる伸長粘度の測定に際しては、スピンドル形状が重要である。そこで、伸長流れが十分に発達するよう、吐出し口～吸込み口の距離（以降、スピンドル長さ）を長くするため、シリジポンプを自作することによって流量を増やした。また、吐出し、吸込みノズル部においてノズル端面の影響を少なくするため面取りした。

3. 測定結果

高分子溶液の試料流体として polyacrylamide（サンフロック AH-70P，三洋化学社製，以降 PAA），重量分率 0.1wt % を使用した。流量 Q を変えることにより平均伸長速度を変え、伸長粘度を測定した。図-2に PAA のスピンドル画像を示す。この画像からノズル端面形状の影響が少なくなっていることが分かる。得られた画像からスピンドル形状の変化量を計測し、伸長粘度を求めた。得られた伸長粘度と平均伸長速度の関係を図-3に示す。改良前の装置による測定では、平均伸長速度の増加に伴い、伸長粘度が大きくなっているが、改良後の装置による測定では、逆に小さくなっている。得られた伸長粘度の評価については、より多くの測定結果や流動現象への適用などによって検討していく必要がある。

4. おわりに

今回の改良によって、スピンドルレオメータによる伸長粘度測定の簡易化を実現化し、かつ伸長粘度を得ることができた。しかし、測定結果の評価については現時点では測定結果が少なく、評価することが出来ない。多くのサンプルを測定するにあたっての改善点、不具合が見つかっており、改良を行っているところである。

謝辞：今報告の内容を実施するにあたって、ご配慮、ご協力いただいた、工学部および工学部等技術部の関係各位にお礼申し上げます。また、本報告の研究は、JSPS 科研費 26917019 の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 森 教安, 小柴 孝, 中村 喜代次：スピンドルレオメータにより測定される希薄高分子溶液の見かけの伸長粘度の評価，繊維機械学会誌，Vol.46，No.2，Tp.27-34，(1993)。



図-2 PAA のスピンドル画像
(PAA, 0.1 wt %, $Q = 1.4 \text{ ml/min}$)

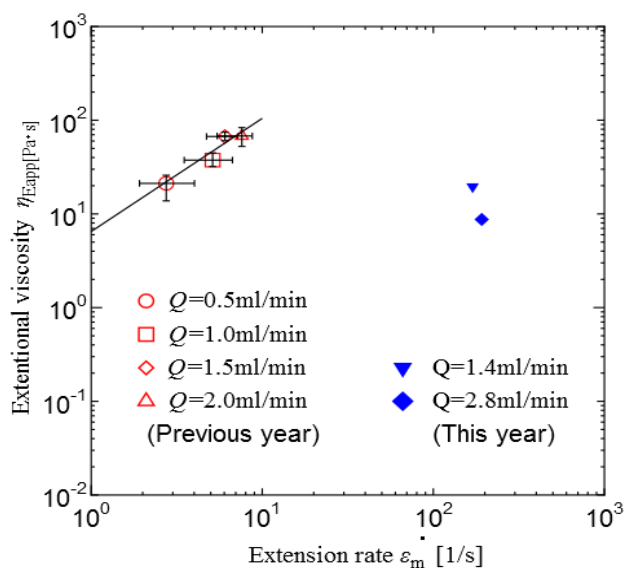


図-3 測定結果 (PAA, 0.1 wt %)