

マイクロオリフィスを通過する種々の液体の 圧力損失に関する研究

牛 田 晃 臣*

Study on pressure drops of some kinds of liquids flowing through micro-orifices

by Akiomi USHIDA

本論文は、「マイクロオリフィスを通過する種々の液体の圧力損失に関する研究」と題し、その概要は以下の通りである。伸張流動場、特にマイクロオリフィスを通過する流れでは、ニュートン流体とわれている水でさえその予測とは異なる結果が多く現れている。また、このような流れ場では複雑な構造を有する流体においても特異な挙動が現れる。しかしながら、それらの実験結果は系統的に整理できていない。そのため、これらの結果に対して有効な理論的根拠を得ることも難しい状況である。よって、さらに特徴的な流体を用いて、また様々な実験条件下でのデータを得て、現象を多面的に考察することが、現時点では最も有効な手段である。以上のことを踏まえ、本研究では、いわゆるニュートン流体と高分子溶液、界面活性剤水溶液がオリフィスを通過する際に発生する圧力損失を数値的・実験的に調べることで微小孔を通過する流れを明らかにすることを目的としている。

第1章「緒論」では、本研究と関連する過去の研究についてまとめ、本研究の目的を述べている。

第2章「試験流体」では、本研究で用いた試験流体を従来の分類に従ったニュートン流体と非ニュートン流体に大別し、試験流体の作製法や物性値などについて述べている。また、物性の評価方法である細管を用いた評価方法についても記している。

第3章「実験装置」では、実験に用いた装置の概要を述べ、流路と差圧計、マイクロオリフィスについて詳細に述べている。さらに実験方法についても記している。

第4章「数値計算」では、数値計算の概要と本研究で用いた計算手法、計算格子、境界条件について述べている。また、計算結果についても評価検討を加え、その妥当性を示している。

第5章「遅い流れ」では、比較的遅い流れのみを対象として、レイノルズ数のオーダーが 10^{-2} ~ 10^2 でのオリフィスを通過する水、グリセリン水溶液、高分子水溶液、界面活性剤水溶液の圧力損失を測定し、数値解と比較することで実験結果の特異性について述べている。特に、水、グリセリン水溶液では、条件によってオリフィス前後の圧力差が予測値より高くなることを示し、その点について電氣的効果の点から考察している。

第6章「速い流れ」では、各種流体ごとに分けて論述している。ニュートン流体の実験結果では、本研究で用いたニュートン流体の実験結果を流体ごとに示し、数値計算による予測値と比較検討し、通常ニュートン流体と呼ばれる流体でも、圧力損失が予測値より低くなることを明らかにしている。そして、漏れや壁面スリップ、運動量の法則により考察し、流体に固体的な性質が発現する可能性を示唆してい

*新潟大学大学院自然科学研究科

現在 新潟大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー
〔新潟大学博士（工学）平成22年3月23日授与〕

る。高分子溶液の実験結果では、本研究で用いた高分子水溶液の実験結果を示し、数値計算による予測値や水の実験結果と比較することで粘弾性の効果により、圧力損失が減少する点を考察している。界面活性剤水溶液の実験結果では、本研究で用いた界面活性剤水溶液の実験結果を示し、数値計算による予測値と水の実験結果と比較し、界面活性剤の種類により違いが見られた実験結果の特異性について界面

活性剤の極性の観点から述べている。

第7章「まとめ」では、数値計算と実験結果をまとめるとともに、本研究の結論を述べている。

本研究の遂行ならびに学位論文の執筆に当たり、長谷川富市名誉教授、鳴海敬倫教授に御指導、御鞭撻を賜りました。また、数値計算や実験等では、大学院生の工藤昇太氏にご支援を賜りました。ここに深く感謝を申し上げます。