

複雑流体の流動解析のための基礎知識

Elementary Knowledge of Flow Analysis of Complex Fluids

山本 剛宏

キーワード：複雑流体、非ニュートン流体、レオロジー、流動解析

Keywords: Complex Fluids, Non-Newtonian Fluids, Rheology, Flow Analysis

1. 緒言

複雑流体とは、流体内部に分子や原子レベルよりも大きな構造を有する流体のことで、高分子流体や液晶、サスペンション（粒子懸濁液）、エマルション（混じりあわない複数液体の分散系）などがその典型的な例である^{1),2)}。多くの工業用材料は複雑流体であり、種々の工業プロセスにおいて、複雑流体の流動が現れる。しかし、その流動解析においては、しばしば、複雑流体をニュートン流体（応力が変形速度の1次式で表される流体で、空気、水、機械油など比較的分子量の流体が含まれる）で近似した解析がなされている。流体の非ニュートン性の考慮が必要であることは認識されているが、ニュートン流体近似が用いられている現状の一因として、複雑流体の流動解析は敷居が高いという印象が強いことが挙げられるのではないかと思われる。そこで、本稿では、複雑流体で見られるニュートン流体とは大きく異なる流動挙動を紹介し、複雑流体としての流動解析の必要性を理解して頂くとともに、その解析のために必要な基礎知識を概説する。そして、実験や数値解析で実際にどのような解析を行うかを例示し、複

雑流体の流動解析の導入を手助けすることを目的とする。

2. 複雑流体で見られる特異な流動現象

2.1 はじめに

種々の複雑流体の流動においてみられる特異な流動現象を紹介する。ここでは、それぞれの現象を模式図で示す。実際の現象の写真は参考文献を参照されたい。

2.2 ワイセンベルグ効果^{3),4)}

ロッドクライミングとも呼ばれる現象で、図1に示すように、容器に入った粘弾性流体（粘性と弾性を併せ持つ流体で、高分子流体がその代表例）に棒を入れ、その棒を回転させると、流体が棒を這い上がってくる。ニュートン流体の場合は、遠心力によって容器外側の液面が上昇する。ワイセンベルグ効果は流体の弾性に起

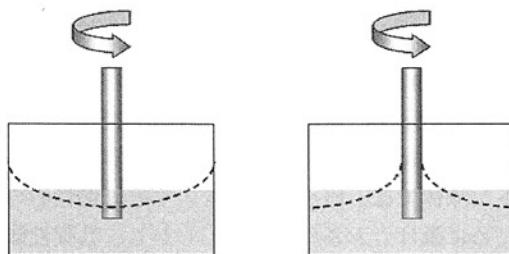


図1 ワイセンベルグ効果（ロッドクライミング現象）：（左）ニュートン流体の液面、（右）粘弾性流体の液面の様子

2015年7月15日受付
YAMAMOTO Takehiro
大阪大学大学院 工学研究科 機械工学専攻