

Title	繊維濃厚分散流体の流れに関する研究
Author(s)	保田, 和則
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/2111
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	保田和則
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 16610 号
学位授与年月日	平成14年1月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	繊維濃厚分散流体の流れに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 中村喜代次
	(副査) 教授 辻 裕 教授 稲葉 武彦

論文内容の要旨

本論文は、繊維濃厚分散流体の流れ中において繊維を鮮明に可視化する方法を提案し、この可視化法を用いて、流路内を流動する繊維濃厚分散流体中の繊維の配向状態と濃度分布を明らかにしている。本論文は以下の7章より構成されている。

第1章では、繊維分散流体の研究とその応用である繊維強化複合材料の研究の動向および本研究の目的について述べた。

第2章では、使用する繊維の作製法について述べたあと、その繊維を用いて作製した繊維分散流体および分散媒のレオロジー特性について述べた。

第3章では、流体中の繊維を可視化するために従来から用いられてきたスリット光を用いる方法について理論的・実験的に解析し、この方法は光軸と繊維軸とがほぼ直交する繊維しか可視化できないという欠点を有することを明らかにした。さらに、それにかわる方法として繊維の複屈折および繊維と分散媒の屈折率整合法を利用した可視化法を提案し、この可視化法を用いることにより、繊維濃厚分散流体中の繊維を鮮明に可視化できることを示した。

第4章では、ストレート流路を流れる繊維分散流体を対象とし、発達した流れ中における繊維の配向状態と濃度分布について検討した。繊維希薄分散流体と繊維濃厚分散流体とでは繊維の発達した配向状態および濃度分布に大きな差があることを明らかにした。

第5章では、急拡大部を通過する繊維分散流体の流れ中における繊維の配向状態と濃度分布について検討した。まず分散媒がニュートン流体の場合、繊維間干渉の有無によって急拡大部通過後の繊維の配向状態に大きな差があることを示し、繊維間干渉が繊維の配向状態と濃度分布に与える影響を明らかにした。また分散媒が高分子流体の場合、高分子流体の持つ伸長粘度特性と弾性的性質が繊維の配向状態に与える影響を明らかにした。

第6章では、スリット流路内に置かれた障害物が繊維の配向状態に与える影響について検討した。繊維希薄分散流体においては、繊維の配向状態に対する障害物の影響は小さく、そのごく近傍に限られるのに対し、繊維濃厚分散流体では障害物の影響は大きく、その状態が下流域にまで及ぶことを明らかにした。さらに障害物の下流域における中心線上では繊維が存在しないことを示唆した。

第7章では、本研究で得られた成果を総括した。

論文審査の結果の要旨

繊維強化複合材料中の繊維の配向状態は、材料の強度に大きな影響を与える。しかし繊維が多量に含まれているために、その成形過程において繊維の流動状態を知ることはきわめて困難である。また繊維濃厚分散流体では、繊維間干渉があるために繊維の運動が複雑になり、流路内流れにおける繊維の挙動はほとんど知られていない。そこで本論文は、繊維濃厚分散流体の流れ中における繊維を可視化し、その配向状態と濃度分布を解明することを目的としている。得られた成果を要約すると以下の通りである。

1. 従来から用いられていたスリット光を用いた流体中の繊維の可視化法には、繊維軸と光軸とが直交する場合にしか可視化できない欠点を有することを理論的・実験的に明らかにしている。
2. 繊維の複屈折を利用した新しい可視化法を提案し、流体中の繊維を鮮明に可視化している。さらに複屈折を有する繊維と有しない繊維とを組み合わせ、繊維と分散媒の屈折率を一致させる屈折率整合法を利用して、繊維濃厚分散流体中においても繊維を鮮明に可視化することを可能にしている。
3. 急拡大部を有する流路内流れにおいて、繊維濃厚分散流体中における繊維の配向状態と濃度分布を明らかにし、繊維間干渉が繊維の配向状態や濃度分布に与える影響を明らかにしている。また高分子流体の伸長粘度特性と弾性的性質が繊維の配向状態に与える影響を明らかにしている。
4. 障害物のある流れ中において、繊維希薄分散流体では障害物が繊維の配向状態に与える影響は障害物の近傍に限られるが、繊維濃厚分散流体では、障害物の前後でまったく配向状態が異なり、さらに流路幅方向で繊維の配向状態に大きな差があること、その状態が下流域にまで及ぶことを明らかにしている。また障害物の下流域における中心線上では繊維が存在しないことを示唆している。

以上のように本論文は、流体中の繊維の従来の可視化法の欠点を明らかにしたうえで、新しい可視化法を提案し、繊維濃厚分散流体の流れ中における繊維を鮮明に可視化している。さらに繊維間干渉や高分子の影響が繊維の配向状態と濃度分布に与える影響を明らかにしている。これらは繊維分散流体の流体力学に新しい知見を与えるだけでなく、繊維強化複合材料の成形加工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。