

氏 名	張 万虎
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 2 6 7 号
学位授与の日付	平成 14 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規程第 3 条第 3 項該当
研 究 科 ・ 専 攻	工芸科学研究科 機能科学専攻
学 位 論 文 題 目	短繊維充填高分子複合材料の熔融レオロジーと繊維分散・配向状態の解析に関する研究 (主査)
審 査 委 員	教 授 高橋 雅興 教 授 前川善一郎 教 授 伊藤 孝 助教授 山根 秀樹

## 論文内容の要旨

繊維充填高分子材料を熔融成形する際、流動によって繊維の分散・配向状態が変化し、それにより材料の力学的性質が変化する。せん断流動と一軸伸長流動下における繊維の配向状態については、これまでいくつかの実験的研究やコンピュータ・シミュレーションによる研究が行なわれてきている。しかし、流動場における繊維の運動と粘弾性的性質の関係については、まだあまり明らかにされていない。さらに、二軸伸長流動については、繊維の配向挙動を研究した例はないし、二軸伸長粘度の測定例もない。本論文は、せん断および二軸伸長流動下における短繊維充填高分子複合材料の熔融レオロジー挙動と繊維分散・配向状態の相関に関する研究成果をまとめたものである。

本論文は 6 章から構成されている。以下に各章の概要を示す。

第 1 章では、本研究の背景と目的が述べられている。

第 2 章では、ガラス繊維充填ポリプロピレン (PP/GF) 融体の動的粘弾性と定常せん断粘度に及ぼす繊維長・繊維長分布・繊維充填率及びバインダーとマトリックスポリマーの相溶性の影響を明らかにした。

第 3 章では、PP/GF 融体にせん断流動を与えることによる繊維分散・配向状態の変化を、融体のレオロジー測定および急冷試料の構造観察(走査型電子顕微鏡、ソフト X 線)により追跡した。繊維の配向は流動時間と共に面配向的から一軸配向的になるよう変化し、この変化に対応してストレス・オーバーシュートが起こることをはじめて明らかにした。

第 4 章では、PP/GF 融体の二軸伸長流動による繊維分散・配向状態の変化を融体の二軸伸長粘度測定及び急冷試料の構造観察(走査型電子顕微鏡、ソフト X 線)により追跡し、繊維長・繊維長分布・繊維充填率及びバインダーとマトリックスポリマーの相溶性の影響について検討した。マトリックスの緩和速度より小さいひずみ速度では、流動方向への繊維の配向がひずみ速度と共にむしろ悪くなることをはじめて見出した。

第 5 章では、ガラス繊維よりずっと細かいチタン酸カリウムウィスカーをポリオキシメチレン融体に充填した系について、動的粘弾性、定常せん断流動及び二軸伸長流動挙動を測定し、レオロジー的性質に及ぼす充填ウィスカーの影響を明らかにした。また、二軸伸長流動下におけるウィスカーの分散・配向状態を、急冷試料の走査型電子顕微鏡観察により明らかにした。

第6章では、本論文で得られた結論を総括している。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、多数の繊維が強い相互作用をしている濃厚繊維充填系における繊維の配向・分散状態及び繊維の運動性とレオロジー的性質の相関について研究したものである。せん断流動場における繊維の配向分布と応力の時間変化の相関、二軸伸長流動下における繊維の運動及び配向挙動の解析、繊維充填系の二軸伸長粘度の測定の3つにおいて、新しくまた重要な結果を得ている。これらの結果は、繊維充填高分子の溶融レオロジーと繊維の分散・配向挙動を関連づける研究として非常に有意義な成果を含んでおり、学問的のみならず、繊維充填高分子の工業的な利用に対しても多くの示唆を与えるものである。

せん断流動下における繊維の配向挙動については従来多くの報文が発表されているが、本論文のように、流動場における繊維の運動及び配向分布と粘弾性的挙動の相関を明確にした研究はない。また、二軸伸長流動下における繊維の分散・配向挙動と二軸伸長粘度の研究は世界ではじめてのものである。異なる2種の繊維充填系において、繊維の分散・配向状態と二軸伸長粘度に関する共通の相関関係を初めて明らかにしたことは、充填系のレオロジーにきわめて有用かつ重要な情報を与える。一方、工業的には、充填素材とマトリックスの選択、成形条件の決定などに対し、重要な指針を提供し、繊維充填高分子の溶融レオロジー特性を生かした成形加工技術の開発に役立つことが期待される。

本論文の内容は、以下に示す審査システムの確立している学会誌に2報が発表されており、他に1報が投稿準備中である。

- (1) 張 万虎, 河本 悟, 山根秀樹, 高橋雅興, James L. White, ガラス短繊維充填ポリプロピレンの二軸伸長流動挙動と繊維分散・配向状態の解析, 日本レオロジー学会誌, 29(3), 111-120 (2001)
- (2) 張 万虎, 山根秀樹, 高橋雅興, チタン酸カリウムウイスカー充填ポリオキシメチレン融体のレオロジー特性と繊維分散・配向状態, 日本レオロジー学会誌, 30(1), 33-40 (2002)