

氏 名	むら せ しげ みつ 村 瀬 繁 満
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 1632 号
学位授与の日付	平成 9 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	工学研究科高分子化学専攻
学位論文題目	Structural Diversity and Molecular Orientation in Polyester and Polyamide Fibers (ポリエステルおよびポリアミド繊維における構造の多様性と分子 配向)
論文調査委員	(主 査) 教授 山本雅英 教授 宮本武明 教授 山岡仁史

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、材料としてポリエチレンテレフタレート (PET)、ナイロン 6、ナイロン 66 を取り上げ、高速および超高速溶融紡糸法により形成する繊維の多様な構造の解析および分子配向の評価を行い、紡糸速度に依存して起こる繊維の高次構造変化と糸質特性との関係を明らかにした研究成果をまとめたものであり、6 章からなっている。

まず第 1 章の緒言では溶融紡糸により形成する合成繊維の歴史、ならびに合成繊維の構造の各種評価方法について述べている。そして本研究の目的と位置づけを明らかにするとともに、本論文の構成について述べている。

第 2 章は蛍光偏光法による非晶部の配向測定に関する研究である。繊維の非晶部配向の新しい評価法として、偏光子と検光子をそれぞれ異なる速度で回転させて得られる蛍光偏光成分強度のエンベロープ曲線を解析する方法を提案している。また媒体が複屈折を有する場合の理論的解析も行なっている。そして非晶部の配向を一軸、ランダム、平面の 3 種類の分子配向モードからなると仮定したモデルに基づき、繊維構造の解析を行っている。この手法を 2 行程法により形成したナイロン 6 繊維に適用し、延伸にともなう非晶部の分子配向モードと結晶構造、結晶配向について検討した結果、一軸配向が顕著に観察される初期段階では、延伸方向と直交する方向に非晶分子が配向していることを明らかにしている。

第 3 章は PET 繊維の高張力下における高速紡糸 (約 5000 m/分) に関する研究である。ここでは空気抵抗を利用して紡糸張力を高くし、得られる繊維の結晶構造、分子配向と糸質特性との関係を検討している。通常の高速紡糸法では、ネッキングと称される配向結晶化を伴って繊維が形成されるため、結晶化度が高く、非晶部の配向が緩和しているのが特徴である。それに対し、高張力下での高速紡糸法では配向結晶化を伴わずに繊維が形成されるため、非晶部が高度に配向するという、従来とは異なる現象を観測している。そして引き続いて熱処理を行うことにより、大きな結晶が形成されることを見出した。その結果、

本法により従来の低速紡糸とそれに続く延伸という2工程法で得られるものと同様な糸質を有する繊維を製造することができることを明らかにしている。

第4章は高速紡糸したPET繊維を引き続き延伸、熱処理を行なったときの繊維の構造と寸法安定性について述べている。通常の高速紡糸で得られる繊維の特徴は非晶部の配向が緩和している点にあり、それを延伸後、さらに熱処理した後もその非晶部の配向は緩和したまま維持されていることを見い出している。これらの繊維形成過程における結晶構造、結晶配向、非晶配向などの繊維構造を解析した結果、高速紡糸により非晶部の配向度は低下するが、フィブリル間の結び目の数が増加するため繊維の寸法安定性が増すことを明らかにしている。

第5章はナイロン6繊維の高速および超高速紡糸法に関する研究である。特にナイロン6繊維は二つの結晶構造、すなわち α 型結晶と γ 型結晶からなるが、広角X線回折と密度の測定から、 α 型と γ 型の結晶分率の簡便な測定手法を確立している。そして高速領域においては γ 型主体の結晶構造となるが、超高速紡糸領域では α 型が主な結晶構造となることを報告している。またナイロン6繊維の形成過程における結晶構造、結晶配向を検討し、ナイロン6繊維はポリエチレンテレフタレート繊維とは異なり、紡糸速度の増大にともない、ヤング率が増大することを見い出している。

第6章では、ナイロン66繊維について、高速および超高速紡糸における繊維の高次構造と糸質特性との関係について述べている。その繊維の物性、構造の紡糸速度依存性を検討するとともに、結晶構造、結晶配向、非晶配向を測定することにより繊維形成過程を解析している。ここでは紡糸速度が速くなるにしたがい、結晶の配向や結晶の完全度が高くなり、結晶の厚みも増大することを明らかにしている。

論文審査の結果の要旨

熔融紡糸法により形成する繊維の多様な高次構造と繊維の物性との関係を明らかにすることは実用的にも学術的にも重要である。本論文は、ナイロン6、ナイロン66、ポリエチレンテレフタレート(PET)を取り上げ、高速および超高速熔融紡糸法により形成する繊維の高次構造変化と糸質特性との関係を明らかにした研究成果をまとめたものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. 蛍光偏光法による繊維の非晶部配向の新しい解析法を提案し、これを用いてナイロン6繊維の延伸にともなう非晶部の分子配向モードを検討し、一軸配向が顕著に観察される初期段階では、延伸方向と直交する方向に非晶分子が配向していることを明らかにした。

2. ナイロン6繊維の広角X線回折と密度の測定から、 α 型と γ 型の結晶分率の簡便な測定手法を確立した。またこの方法を適用し、高速領域においては γ 型主体の結晶構造となるが、超高速紡糸領域では α 型が主な結晶構造となり、紡糸速度の増大にともない、ヤング率が増大することを見出した。

3. ナイロン66繊維について、高速および超高速紡糸における繊維形成過程を解析して、紡糸速度が速くなるに従い、結晶の配向や結晶の完全度が高くなり、結晶の厚みも増大することを明らかにした。

4. PET繊維の高張力下における高速紡糸(約5000 m/分)では配向結晶化を伴わず、非晶部が高度に配向するという、通常の高速紡糸とは異なる新しい現象を見出し、新しい糸質を有する繊維を製造する一つの方法を提示した。

以上、要するに本論文は繊維の紡糸条件と高次構造および物性との関連を明らかにしたものであり学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また平成9年2月6日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。