

氏名	高木康夫 たかぎやすお
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第464号
学位授与の日付	昭和46年11月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	ポリアミド繊維の製糸、特に延伸に関する研究
論文調査委員	(主査) 教授 小野木重治 教授 河合弘廸 教授 西島安則

論文内容の要旨

合成繊維工業における紡糸、延伸および熱処理は最も基本的な工程として工業的に重要であるとともに、結晶性高分子の構造および物性論的研究においても興味ある課題となっている。しかしポリアミドのように強い水素結合に基づく複雑な構造をもち、しかも水分に強く影響される物質に関する系統的な研究は、実験上の困難さのために比較的少ない。

本論文は、ナイロン6の未延伸モノフィラメントを種々の程度に延伸した試料について多くの性質を詳細に測定するとともに、ナイロン6の紡糸時に起こる配向および熱処理の効果についても広範な実験を行ない、得られた結果に基づいて主として延伸機構を解明しようとしたもので、序論と12章から成っている。

第1章は、2群の試料、すなわち溶融紡糸して水中で急冷したのち90°Cの熱水中で延伸した試料(グループI)と紡糸後7週間以上放置してから90°Cの熱水中で延伸した試料(グループII)を使って行なった引張試験、沸騰水収縮率および複曲折の測定の方法と結果を述べたものである。引張強さ、ヤング率、沸騰水収縮率および複曲折は、グループIとIIの試料で多少の相違はありながらも、延伸比の増大とともに特徴的な挙動を示し、特に延伸比2~3で特異な挙動の認められることが述べられている。

第2章は、延伸挙動に及ぼす結晶化度の影響を検討する目的で種々の温度で熱処理したのち延伸されたナイロン6繊維の諸性質を延伸比の関数として測定した結果を記したものである。結果の中で特に注目すべきは、大部分の試料の沸騰水収縮率が延伸比2付近で極大を示し、しかもその極大値が熱処理温度とともに増大する点であって、このことは繊維の内部構造の特異性を示唆している。

第3章および第4章は、ナイロン6繊維に対する染料拡散挙動の延伸による変化について述べたものである。著者はグループIおよびIIの試料ならびにIIの未延伸試料を180°Cで30秒間熱処理したのち延伸した試料(グループIII)を用い、繊維軸方向およびそれに垂直な方向への酸性染料 Xylene Fast Blue P の拡散を測定した。その結果として著者は、繊維軸に垂直な方向の染料浸透速度係数および拡散の活性化

エネルギーは延伸の初期に極値をとるが、繊維軸方向のそれらは、それぞれ単調に減少および増加するだけであることを見いだした。

第5章および第6章においては、前記グループⅠ～Ⅲの乾燥試料について平衡縦膨潤度と吸湿速度、グループⅡについて直径の変化、長さおよび密度の膨潤時の経時変化を測定した。平衡縦膨潤度は延伸比2付近で最大となり、膨潤速度もこの付近で特徴的な変化を示す。また、膨潤による長さの変化と重量増加には時間的なずれが存在する。垂直方向の膨潤については、延伸比2～2.5付近で直径方向の収縮が特に著しい。著者はこれらの結果を今までの結果と合わせて考察し、延伸機構として折りたたみ鎖構造における非晶領域が延伸によって総状ミセル構造の結晶または非晶領域へ移行する機構を提案している。

第7章は延伸による結晶状態の変化を广角および小角X線散乱によって研究した結果をまとめたものである。結晶の幅と長さは、紡糸直後の試料を除き、延伸によって単調に減少すること、結晶配向は延伸初期に急激に起こり、延伸比3付近でほぼ飽和すること、複屈折、比重および結晶配向度から推定される非晶配向は絶対値も速度も結晶配向に比べて小さく、延伸比の高い領域でも増加し続けることなどが明らかにされた。小角X線散乱強度が引張強さや膨潤挙動とよく対応する延伸比依存性を示すことは興味深い。

第8章では第7章までに得られた結果を総合的に考察し、総状ミセル構造と折りたたみ鎖構造との適当な組み合わせが、すべての現象を満足には説明できないまでも、延伸とそれによる諸性質の変化を説明する上に役立つことを結論している。

第9章および第10章は、4400 m/min までの種々の速度で溶融紡糸したナイロン6の諸性質を測定した結果を述べたものである。著者は特に沸騰水収縮率と縦膨潤度が紡糸速度1500～2000 m/min 付近で極値を示すという、延伸における共通した現象に注目し、これを折りたたみ鎖構造の総状ミセル構造への移り変わりとして半定量的に説明することを試みている。

第11章においては、乾燥処理の時間、温度および緊張率が染料の拡散挙動、すなわち染料浸透速度係数と活性化エネルギーに及ぼす効果を検討し、第12章においては同じ試料の動的粘弾性を測定している。動的粘弾性の熱処理による変化が染料拡散係数や拡散の活性化エネルギーの変化とよく対応し、それらの性質のいずれもが繊維の内部構造の熱処理による変化と同様に依存することが結論されている。

論文審査の結果の要旨

この論文は、代表的なポリアミド繊維の一つであるナイロン6繊維の多くの力学的および物理的性質が延伸によっていかに変化するかを広範かつ系統的に測定するとともに、紡糸時に起こる配向および熱処理についても実験して新しい知見を求めるとともに得られた結果に基づいて主として延伸および紡糸時の配向の機構を解明しようと努めたものである。その成果の主なものは次のとおりである。

1. ナイロン6モノフィラメントについて、従来研究されたことのなかったような低い延伸比から非常に高い延伸比に至るまでの染料拡散挙動の測定やX線の研究を行ない、繊維軸に垂直な方向の染料浸透速度係数および拡散の活性化エネルギーが延伸初期に極値をとることや、小角X線散乱強度が引張強さや膨潤挙動とよく対応する延伸比依存性を示すことなど、いくつかの新しい知見を得ている。

2. 紡糸直後あるいは紡糸後相当期間放置したのち延伸したナイロン6モノフィラメントだけでなく、

紡糸後熱処理を施した後で延伸した繊維についても引張特性，複屈折，沸騰水収縮率，密度などの諸性質の延伸による変化を広い延伸比範囲にわたって測定し，沸騰水収縮率が延伸比2付近で極大を示すなどの新しい事実を見いだした。

3. ポリアミド繊維の膨潤による伸長あるいは収縮については従来から二，三の研究が行なわれていたが，そのような膨潤挙動に及ぼす延伸の影響については系統的な研究がなかった。著者は繊維軸方向およびそれに垂直な方向の膨潤挙動を詳細に検討し，平衡縦膨潤度が延伸比2付近で最大になり，膨潤速度もこの付近で特徴的な変化を示すことを見いだすとともに，横方向の収縮が延伸比2～2.5付近で特に著しいことを明らかにした。

4. 速度を広範囲に変化させて紡糸したナイロン6繊維について測定した諸性質の紡糸速度依存性とそれらの性質の延伸比依存性との間に共通点を見だし，これを結晶性構造の移行に基づくものとして半定量的に説明することに成功している。

5. 熱処理の諸条件を広範囲に変化させて，染料浸透速度係数，拡散の活性化エネルギーおよび動的粘弾性に及ぼす熱処理の影響を検討し，上記三つの性質の熱処理による変化がよく対応することを明らかにしている。

6. 著者はナイロン6繊維の延伸に関する実験結果を総合的に考察し，延伸機構と延伸による諸性質の変化とを説明するためには，総状ミセル構造と折りたたみ鎖構造を組み合わせた構造が適当であると提案している。このような構造によってすべての現象が満足に説明されるわけではなく，またその存在の実証は困難であるが，著者の考察はこの方面の今後の研究に示唆するところが多い。

以上を要するに，本論文は代表的なポリアミドであるナイロン6の繊維について力学的および物理的諸性質を延伸比，紡糸速度および熱処理条件の関数として系統的かつ広範囲に測定していくつかの新しい知見を得るとともに，主として延伸および紡糸時の配向の機構とその影響について総合的な考察を加えていくつかの重要な示唆を与え，学術上，工業上寄与するところが少なくない。

よって，本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。