

氏名	リュウ トク スウ 柳 得 洙
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	工博第2014号
学位授与の日付	平成13年3月23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	工学研究科分子工学専攻
学位論文題目	Rheo-Optical Studies on Polymers in Elongation Process (高分子の伸長過程における流動光学的研究)

論文調査委員 (主査) 教授 尾崎邦宏 教授 堀井文敬 教授 升田利史郎

論文内容の要旨

本論文は高分子の伸長過程における流動光学的挙動に関する研究成果をまとめたものであり、6章および総括よりなっている。

第1章は序論であり、研究の目的、方法などを述べている。高分子材料の成形加工の際の大変形によって生じる分子の配向やねじれは製品中に残留し、さらに結晶性高分子の場合には配向に誘起されて特異な結晶化が生じ、製品の寸法安定性、力学的特性、および光学的品質に大きな影響を及ぼす。これらの現象の基礎的知見として、本研究では高分子フィルムの応力と複屈折を測定することにより、ガラス転移温度近傍で大変形を受けた高分子物質中の分子の微視的な変形様式、応力の発現機構、配向結晶化過程などを明らかにしようとしている。

第2章では、クリープ(一定応力)、応力緩和(一定伸長)、定速伸長などの種々の変形条件下での複屈折と応力の同時測定を行う伸長試験機を製作した結果について述べている。また、非結晶性高分子について、種々の変形条件下および広い温度範囲にわたる応力と複屈折の時間変化を相互関連させる記述方法を提唱している。

第3章では、非結晶性高分子であるポリスチレンについて一定応力下の伸長過程での複屈折を初めて測定し、上述の応力-複屈折関係の記述方法の有効性を示している。さらに、残留ひずみのある材料中における高分子鎖の軸方向の配向およびねじれ配向を分離評価して、前者は高分子全体にわたる配向で緩和に長時間を要するが、後者は局所的な配向で、ガラス転移温度では短時間で消滅することを明らかにしている。

第4章では、非結晶性高分子であるポリスチレンについて広い範囲の温度および変形速度にわたって定ひずみ速度の伸長実験を行い、大変形の過程における高分子鎖要素の配向状態の変化を明らかにしている。その結果、高分子鎖の軸方向の配向は粘性媒体中のガウス鎖の挙動として近似することができて、エントロピー弾性に相当する応力を発生させること、ねじれ配向は低分子ガラス類似の応力を発生させることを示している。さらに、後者に由来する応力の著しい非線形性がガラス状高分子の降伏現象の起源であることを明らかにしている。

第5章では、結晶性高分子であるポリエチレンテレフタレートの定速度伸長実験の結果に基づいて、低温伸長結晶化過程における応力と複屈折から結晶化の進行度を定める方法を確立し、結晶成分と非晶成分の特性を明らかにしている。

第6章では、結晶性高分子であるシンジオタクチックポリスチレンの定ひずみ速度伸長実験の結果に基づいて、低温伸長結晶化過程における非結晶成分の変形様式、応力への寄与の程度などの解析法を提唱している。

最後に論文内容を総括している。

論文審査の結果の要旨

高分子材料は成形加工の工程において大変形を受け、分子の配向やねじれは製品中に残留し、さらに結晶性高分子の場合には配向に誘起されて特異な結晶化が生じる。これらの現象は製品の力学的および光学的品質に大きな影響を及ぼす。本論

文は高分子フィルムの応力と複屈折を測定することにより、ガラス転移温度近傍で大変形を受けた高分子物質中の分子の微視的な変形様式、応力の発現機構、配向結晶化過程などを明らかにしたもので、得られた成果の主たるものは次の通りである。

1. クリープ、応力緩和、定速伸長などの種々の変形条件下での複屈折と応力の同時測定を行う伸長試験機を製作し、種々の変形条件下における応力と複屈折の時間変化を相互関連させる記述方法を確立した。
2. 残留ひずみのある非結晶性高分子成形物中の高分子鎖の軸方向の配向およびねじれ配向を分離することに成功した。前者は高分子全体にわたる配向で緩和しにくい、後者は局所的配向で、ガラス転移温度程度で短時間に消滅することを明らかにした。
3. 非結晶性高分子の定ひずみ速度の伸長実験により、変形過程での高分子鎖要素の配向の変化を明らかにした。その結果、軸方向の配向は粘性媒体中のガウス鎖の挙動として近似することができて、エントロピー弾性的な応力を発生させること、ねじれ配向は低分子ガラス類似の応力を発生させることを示した。また、後者の著しい非線形性が降伏現象の起源であることを示した。
4. 2種類の結晶性高分子について低温での伸長結晶化過程における応力と複屈折から結晶化の進行度を定める方法を確立し、結晶成分と非晶成分の特性を明らかにした。

以上要するに、本論文は大変形を受けた高分子物質中の分子の変形様式、応力の発現機構などを明らかにしたもので、学術上、実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13年1月19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。