

研究タイトル：高分子モノフィラメントのネッキング特性解析



氏名：	高廣政彦／TAKAHIRO Masahiko	E-mail：	takahiro@nc-toyama.ac.jp
-----	------------------------	---------	--------------------------

職名：	教授	学位：	工学博士
-----	----	-----	------

所属学会・協会：	高分子学会，繊維学会
----------	------------

キーワード：	高分子材料，高分子物性，繊維材料
--------	------------------

技術相談

提供可能技術：

- ・繊維強化複合材料物性
- ・高分子材料の力学特性
- ・高分子物性計測

研究内容： PET モノフィラメントの不安定ネッキング挙動の理論的解析

・ポリエチレンテレフタレートモノフィラメントのガラス転移温度以下の温度域におけるネッキング変形中に発現する延伸応力の周期的変動すなわち不安定ネッキング現象において、延伸速度が比較的小さい場合、ネッキング応力の最大値及び変動幅は延伸温度のみに大きく依存し、延伸温度の上昇と共に直線的に減少する。この現象は、ガラス転移温度以下の温度域において、ネッキング延伸に伴う局所的な温度上昇と半結晶性高分子の臨界ネッキング応力の温度依存性との関係からネッキングが停止する応力が決定されるという機構を考えることにより説明することができる。さらに各延伸温度における不安定ネッキング現象を伴うモノフィラメントの変形挙動は、未延伸部分を Maxwell モデルと弾性要素の並列モデルすなわち標準線形力学モデルと仮定し、これと延伸部分に対応する単純弾性要素の直列モデルが上述した機構のもとに変形すると仮定することによりシミュレートすることが可能である。

ガラス転移温度域以下の温度域における比較的小さな歪速度で延伸した PET 未延伸モノフィラメントの延伸行程において発現する不安定ネッキング挙動に基づく張力振動の発生機構に関して、張力振動時の最大張力すなわちネッキング開始張力 f_s ならびに最小最小張力すなわちネッキング停止張力 f_e は共に延伸温度の上昇に伴い直線的に低下した。この現象は臨界ネッキング応力を基礎としたネッキング開始張力ならびに微小ネッキング部の発熱に伴う系の張力低下を導入することにより説明される。

また、不安定ネッキング現象が周期的に繰り返される機構として、未延伸モノフィラメントに関して、Maxwell モデルに弾性要素を並列に接続した3要素標準線形力学モデルの変形機構を導入することで力学的に説明することができる。この変形機構を導入することにより不安定ネッキング挙動が系の寸法に大きく依存することが説明される。

延伸温度がガラス転移温度域に比べて低い領域では、ネッキング現象の発現は瞬時に起こり、本シミュレーションにより理論的に導出した各種特性と実測値とはよい一致を示す一方、延伸温度がガラス転移温度付近の高温域では、ネッキング変形における時間遅延が無視できなくなる。この原因としてネッキング部の局所的な発熱により、系の温度が部分的にガラス転移温度域に達する温度まで上昇するためと考えられる。

提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)

メルトインデクサー・L244(タカラ)	万能引張試験機・RTC-1350(エーアンドデー)
動的粘弾性測定装置・レオパイブロン DDV-III(オリエンテック)	超音波均一化装置・UH-600S(SMT)

An Analysis of Necking properties in Drawing Process Polymer monofilaments



Name	TAKAHIRO Masahiko	E-mail	takahiro@nc-toyama.ac.jp
------	-------------------	--------	--------------------------

Status	Professor
--------	-----------

Affiliations	SPSJ(Soc. of Polymer Science) Soc. of Fiber Science and Technology
--------------	---

Keywords	Polymer materials, Mechanical properties of polymer, Fiber materials
----------	--

Technical Support Skills	<ul style="list-style-type: none"> · Mechanical properties of polymer materials · Mechanical properties of Fiber reinforced plastics
--------------------------	--

Research Contents

Theoretical Analysis of Unstable Necking Process in Cold Drawing of PET monofilaments

Stress fluctuating phenomena (Unstable necking deformations) are especially observed in the cold drawing of polyethylene terephthalate monofilaments. In the temperature range below glass transition temperature, maximum drawing stress and fluctuating range of the stress are strongly dependent only on the drawing temperature and these values decrease linearly with the rise in the drawing temperature. This phenomenon can be explained by the relationship between the local temperature rise due to the necking deformation and the critical necking stress of semicrystalline polymer. Furthermore, the deformation behavior of undrawn monofilament with stress fluctuation phenomenon drawn below the glass transition temperature can be theoretically simulated by assuming that the mechanical property of undrawn part of monofilament is represented by a standard linear solid model obtained by adding a second spring element in parallel with the Maxwell unit.

Available Facilities and Equipment

Melt Indexer • L244 (TAKARA)	Tensile Tester • RTC-1350 (A&D)
Dynamic Modulus Analyzer • DDV-III (ORIENTEC)	Ultrasonic homogenizer • UH-600S (SMT)