

Title	非線形構成方程式による線状ポリエチレンの力学的性質の解析
Author(s)	鈴木, 一志
Citation	
Issue Date	1998-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	http://hdl.handle.net/10119/2439
Rights	
Description	Supervisor:新田 晃平, 材料科学研究科, 修士

非線形構成方程式による線状ポリエチレンの力学的性質の解析

鈴木 一志 (新田研究室)

【緒言】

ポリエチレンに代表される結晶性高分子固体は変形初期過程においてさえ著しい力学的非線形性を示す。この非線形性はラメラの破壊やボイドの形成などによる塑性変形機構と分子間相互作用の非調和性によって引き起こされることが多くの実験事実から定性的にわかっている。本研究では、塑性変形と非調和性を考慮した非線形粘弾性モデルを提案し、そこから得られる非線形構成方程式を実際の線状ポリエチレンの応力 - ひずみ曲線に適用し、塑性変形度および非調和度を定量化する解析法の確立を試みる。

【実験と解析】

線形のダッシュポットとひずみの指数関数の形で表わされる非調和なばねを組み込んだ非線形粘弾性モデル (Fig.1) に塑性変形を考慮して非線形構成方程式を構築する。実際に、塑性変形度と非調和性を定量化するにあたり、変形過程での応力とひずみの値の他に、変形過程での弾性率の値が必要になる。そこで、一定速度伸長下で微小な振幅の動的振動ひずみを与え、応力とひずみと同時に変形過程での弾性率を評価した。測定に用いた試料は短鎖分岐度の異なる線状ポリエチレンを溶融プレス後急冷し、フィルムに成形したものである。測定はいずれも降伏以前の変形初期で行った。

【結果と考察】

本解析の結果、結晶化度が高くなるほど非調和性が強くなり、塑性変形が起こりやすくなる。特に、非調和性はひずみ速度に敏感であることなどが明らかとなった。また、これらの非線形パラメータは、別の測定法で得られた値や現象とよく対応し、本解析の妥当性が確かめられている。さらに、本解析から得られたパラメータを用いて、非線形領域の応力緩和挙動の予測を試みた結果、理論からの予測値 (実線) は実測値 (○) とほぼ一致し、非線形領域の応力緩和挙動を定量的に予測できることもわかった (Fig.2 参照)。

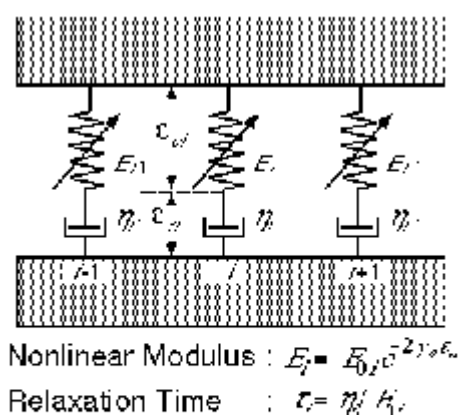


Fig.1 Generalized nonlinear viscoelastic model composed of elastic elements and linear dashpot.

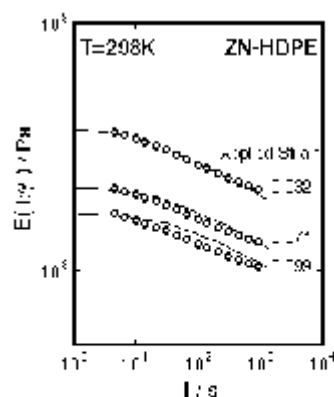


Fig.2 Relaxation behavior of elastic modulus with respect to applied strains of 3.2, 7.1, and 9.9% for a Ziegler-Natta based HDPE film. The solid line denotes the theoretical values and the open circles denote experimental ones.

keywords

非線形, 構成方程式, 非調和性, 塑性変形, ポリエチレン