

ゴム材料を用いた非線形粘弾性指標の検討

- 本多佑己 武田理香 津留崎恭一 小島真路
 (横国大院) (神奈川産技セ) (神奈川産技セ) (神奈川産技セ)

Investigation of Nonlinear Viscoelasticity Index for Rubber Materials

Yuki Honda Rika Takeda Kyoichi Tsurusaki Masamichi Kojima
 (YNU) (KITC) (KITC) (KITC)

制振材料は大変形下でもしばしば用いられるため、非線形性を考慮した粘弾性の指標が求められる。しかしながら、現在行われている多くの粘弾性測定は、微小変形における線形性を前提とした指標を用いている。本発表では、ゴム材料を用いて新たな非線形粘弾性指標の検討を行った結果と、その応用について報告する。

Key words: 非線形粘弾性、非線形指標、リサーチ曲線、エネルギー吸収

1. はじめに

粘弾性体であるゴム材料は優れた制振性能を発揮し、衝撃だけでなく振動や音なども抑えることができる。現代ではタイヤや免震ゴムなど多くの工業製品の部材として使われ、私たちの日常に欠かせないものとなっている。しかし、ゴム材料は製品設計という立場からすれば非常に扱いにくい材料でもある。この理由は、ゴムには粘性と弾性の両方の性質を持つ粘弾性と呼ばれる性質があるためである。

粘弾性を評価する手法として、動的粘弾性測定(Dynamic Mechanical Analysis 以下 DMA)がよく用いられる。DMA は周期的に変化する正弦波歪 γ を入力として与え、この時に発生する応力 σ を出力として観測する。入力と同じく σ も正弦波となる場合を線形粘弾性(Linear Visco Elasticity:LVE)と言う。LVE では最大歪 γ_0 、角周波数 ω 、時間 t の入力

$$\gamma(t) = \gamma_0 \sin(\omega t) \quad (1)$$

に対して、位相差 δ ずれた出力の σ が観測される。

$$\sigma(t) = \sigma_0 \sin(\omega t + \delta) \quad (2)$$

加法定理によって展開すると

$$\sigma(t) = \sigma_0 \{ \cos\delta \sin(\omega t) + \sin\delta \cos(\omega t) \} \quad (3)$$

が得られる。第一項を γ_0 で割ったものを貯蔵弾性率 G' 、第二項を γ_0 で割ったものを損失弾性率、さらに G'' を G' で割ったものを $\tan\delta$ と呼ぶ。

$$G' = (\sigma_0 / \gamma_0) \cos\delta \quad (4)$$

$$G'' = (\sigma_0 / \gamma_0) \sin\delta \quad (5)$$

$$\tan\delta = G'' / G' \quad (6)$$

ここで、制振性能は多くの場合に $\tan\delta$ を用いて評価されているが、LVEを仮定できるのは γ_0 が小さい場合であることに注意する必要がある。

一般には、 γ_0 を大きくしていくと、 σ が正弦波から外れる非線形粘弾性(Non Linear ViscoElasticity:NLVE)が表れてくる。このため、大変形領域を考慮する際にはNLVEを取り込んだ新たな指標が求められる。