

ゴムのヤング率、硬度、エネルギー係数の関係

エネルギー表現の一般式として代表的なものは下記のようにになります。

Neo-Hookeanモデル

$$W = C_{10}(I_1 - 3)$$

$$I_1 = \lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 \quad \text{[対角線効果]}$$

$$I_2 = \lambda_1^2 \lambda_2^2 + \lambda_2^2 \lambda_3^2 + \lambda_3^2 \lambda_1^2 \quad \text{[面積効果]}$$

$$I_3 = \lambda_1^2 \lambda_2^2 \lambda_3^2 = 1 \quad \text{[体積効果]}$$

λ は各主軸方向の伸張比(=ひずみ $\varepsilon + 1$)です。

Mooney高次式

$$W = C_{10}(I_1 - 3) + C_{01}(I_2 - 3) + C_{11}(I_1 - 3)(I_2 - 3)$$

$$+ C_{20}(I_1 - 3)^2 + C_{30}(I_1 - 3)^3$$

Ogden式

$$W = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i}{\alpha_i} (\lambda_1^{\alpha_i} + \lambda_2^{\alpha_i} + \lambda_3^{\alpha_i} - 1)$$

寺子屋/CAE解援隊

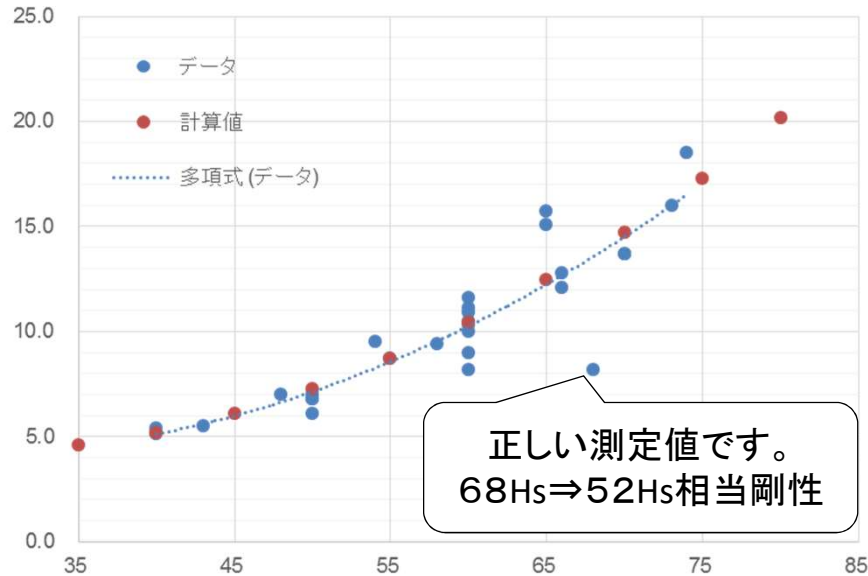
URL <https://terakoya2018.com>

連絡先 hagi@terakoya2018.com

080-2230-8785

必ずしも硬度と剛性の関係はありません

硬度(Hs)vsせん断弾性率(kg/cm2)



硬度とせん断弾性率の関係を左に示します。
 ●印は実際のデータで、硬度とのグラフに
 プロットしています。
 硬度68Hsの材料も実際には、平均的な52Hs
 相当の剛性しか持たない場合があります。

(実際のデータです)

ヤング率 $E = 3 \times$ せん断弾性率 G

最も単純な材料表現

Neo-Hookeanモデル

$$W = C_{10}(I_1 - 3)$$

Mooney-Rivlinモデル

$$W = C_{10}(I_1 - 3) + C_{01}(I_2 - 3)$$

一定の経験則

$$E = 6(C_{10} + C_{01}) = 3G$$

硬度とヤング率の関係

(株)メカニカルデザイン様
テクニカルレポート(引用)

Hs 硬度、横弾性係数、Mooney 定数の関係

Hs 硬度と横弾性係数 G の関係は次の近似式で表すことができる。Hs 硬度と JIS A 硬度はほぼ同値である。

$$H_s = \frac{G}{G + G_{50}} \times 100 \dots (1)$$

G_{50} は $H_s=50$ のゴムの横弾性係数をあらわす。ゴムの種類によって多少の差があるが、シリコンラバーのデータが無かったので、ここでは NR(天然ゴム)について記述する。

NR の G_{50} は $G_{50}=7.45$ である。よって

$$H_s = \frac{G}{G + 7.45} \times 100 \dots (2)$$

となる。この (2) 式に今回のシリコンラバ

$$40 = \frac{G}{G + 7.45} \times 100$$

$$\therefore G = 4.967[\text{kg/cm}^2] \dots (3)$$

Mooney 定数と G の関係は次式で表すことができる

$$G = 2(C_{10} + C_{01}) \dots (4)$$

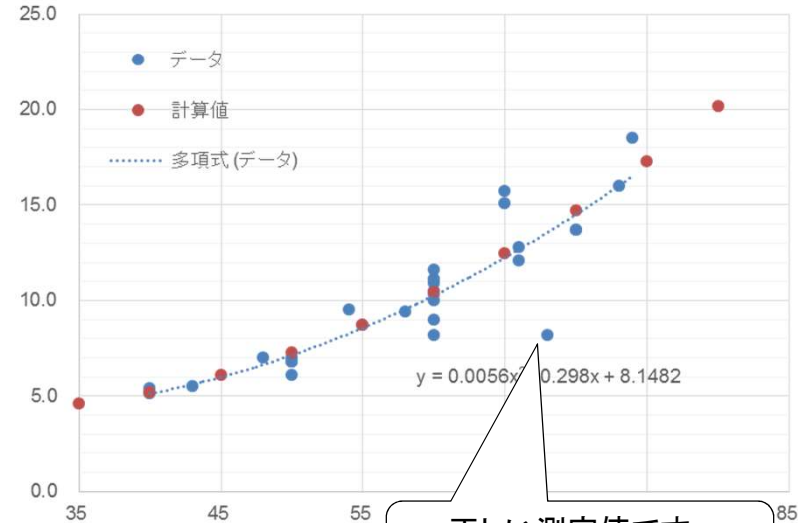
横弾性係数 G をエネルギー関数に換算する方法として、Neo-Hookean なる。(4) 式に $G=4.967$ 、 $C_{01}=0$ を代入すると

$$\therefore C_{10} = \frac{G}{2} = 2.483[\text{kg/cm}^2] = 0.243[\text{MPa}]$$

硬度とせん断弾性率
ヤング率の関係式

せん断弾性率は、
伸張-保持 戻し 伸張-保持 ..
の測定のため時間依存の値
硬度vs剛性の一般的な線に乗らないものもあります。

硬度(Hs)vsせん断弾性率(kg/cm2)



正しい測定値です。
68Hs⇒49Hs相当剛性

硬度とヤング率、係数の関係は定式のようになります。
実測できない方には、上記式から算出した値が、有効に利用できます。

寺子屋

<https://terakoya2018.com/>

CAE解援隊

<http://www.kaientai2008.com/>