

ゴムの解析の基本

寺子屋/CAE解援隊

URL <https://terakoya2018.com>

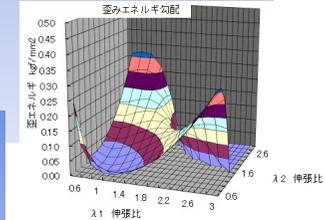
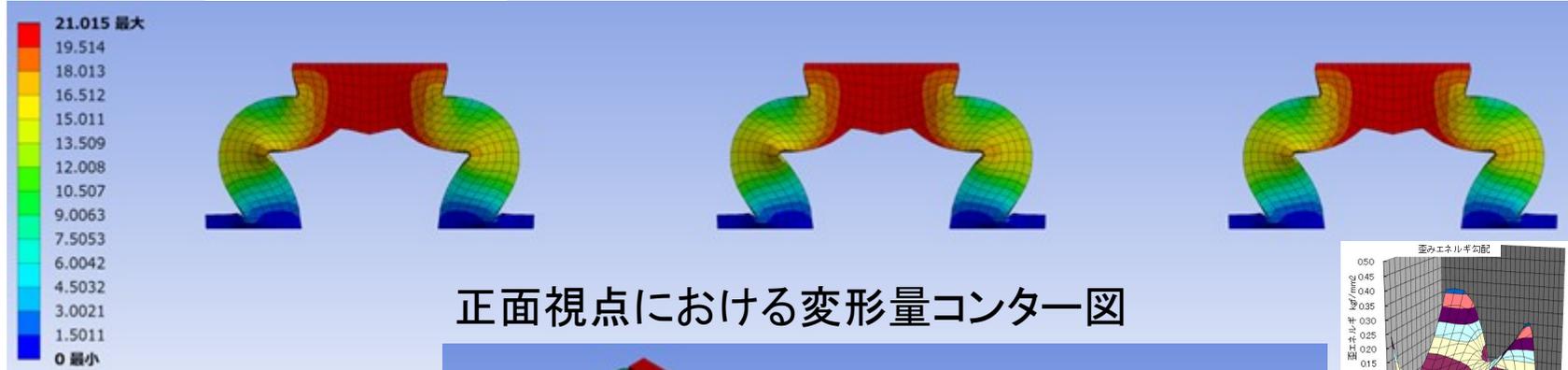
連絡先 hagi@terakoya2018.com
携帯電話：080-2230-8785

ゴムは非圧縮性という特徴から どんな材料定義でも変形は同じになる。

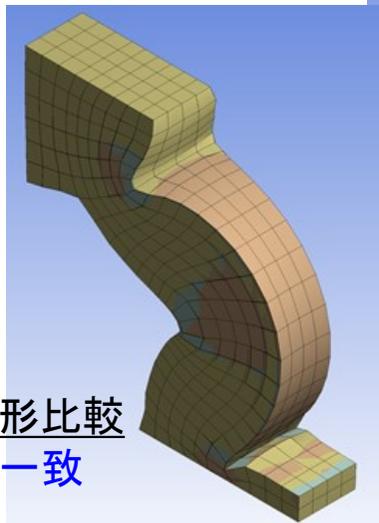
C10ネオフック材

Mooney材

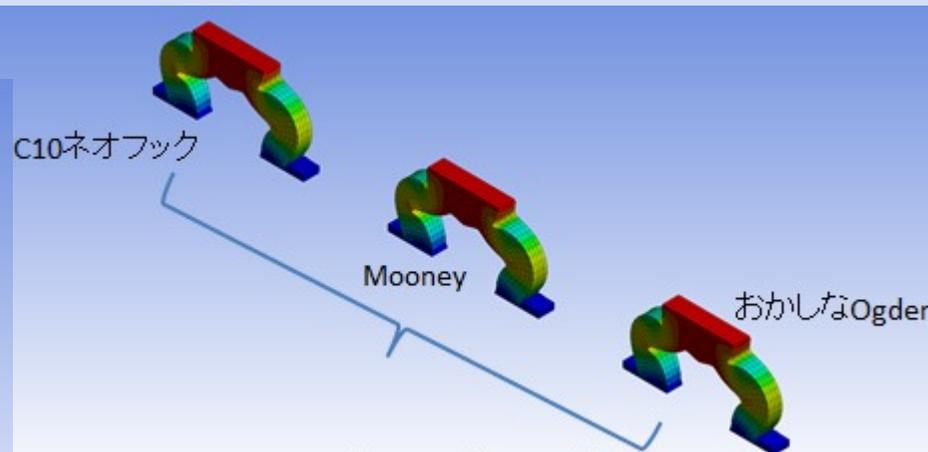
おかしいOgden材



おかしい材料定義



3つの変形比較
変形は一致



特性が全く異なっても変形形状はほぼ一致。

形状が一致したから解析が合っているとは限らない。ゴムの非圧縮性から形状は合います。

超弾性体の定義

- ひずみエネルギーの定義 -

1) エネルギー定義

一般的に各方向の伸張比(λ_1 、 λ_2 、 λ_3)と荷重から求めた応力 σ から エネルギー表現が可能となります。

$$W(\lambda) = \int \sigma d\lambda$$

一般的な表現としては、

・ Mooney高次式

$$W = C_{10} (I_1 - 3) + C_{01} (I_2 - 3) + C_{11} (I_1 - 3) (I_2 - 3) + C_{20} (I_1 - 3)^2 + C_{30} (I_1 - 3)^3$$

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

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

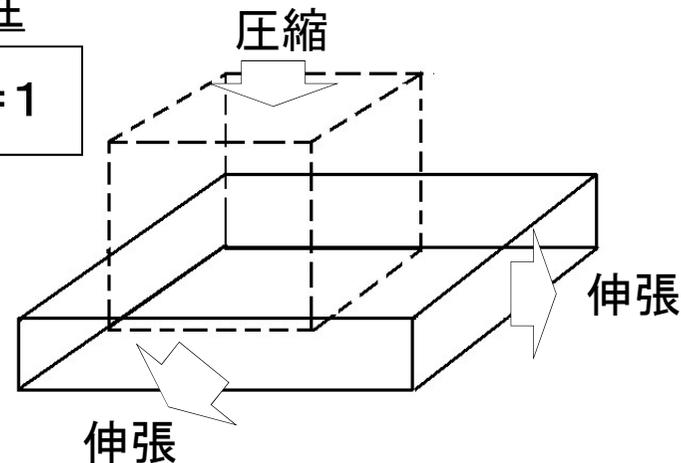
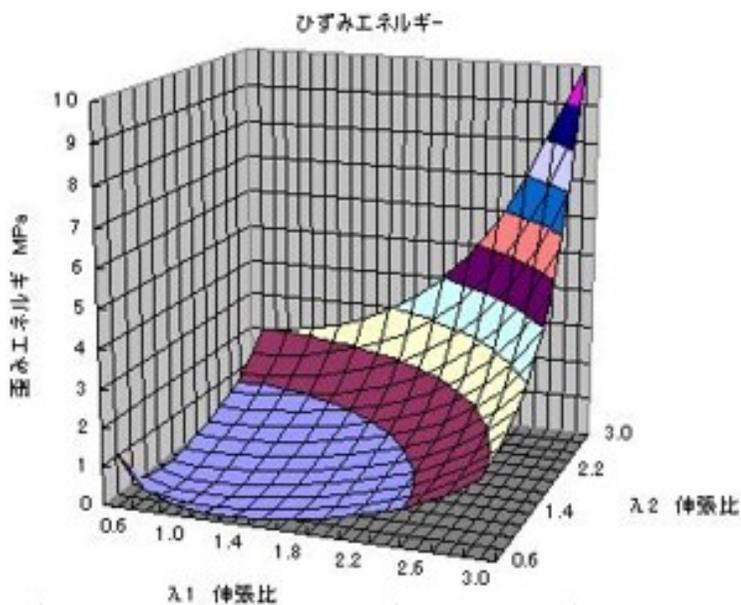
$$I_3 = \lambda_1^2 \lambda_2^2 \lambda_3^2 = 1 \quad \text{[体積効果]}$$

・ Ogden式

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

ゴムの非圧縮性

$$I_3 = \lambda_1^2 \lambda_2^2 \lambda_3^2 = 1$$



一般的に圧縮変形するゴムを伸張試験で材料定義可能なのは、この非圧縮性を前提としているからです。

単純にヤング率が定義できるとゴムの解析の初歩は完了

1) エネルギー定義

$$W(\lambda) = \int \sigma d\lambda$$

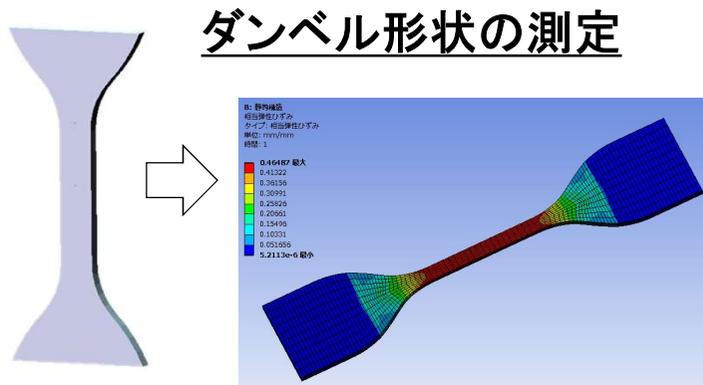
単純な短軸からの定義
ネオフック定義

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

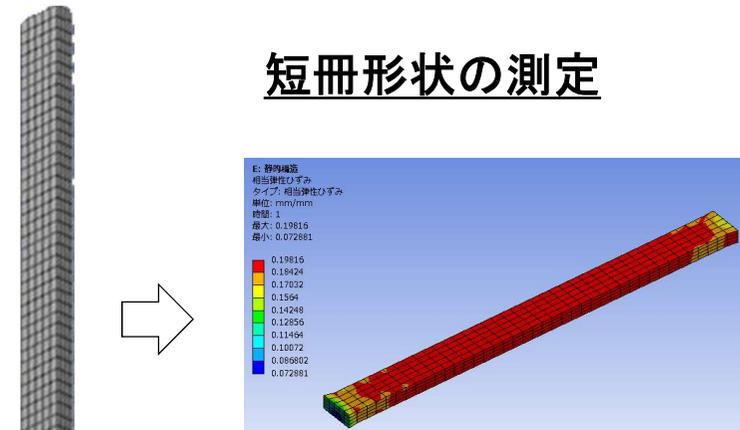
ヤング率から $C_{10} = \text{ヤング率 } E / 6$ は定義できる。

でも単純試験からヤング率を求めることは、意外にも難しいです。

単純に $E \neq \sigma / \varepsilon$ となり、 $E = \sigma / \varepsilon$ が必ず成り立つとは限りません。



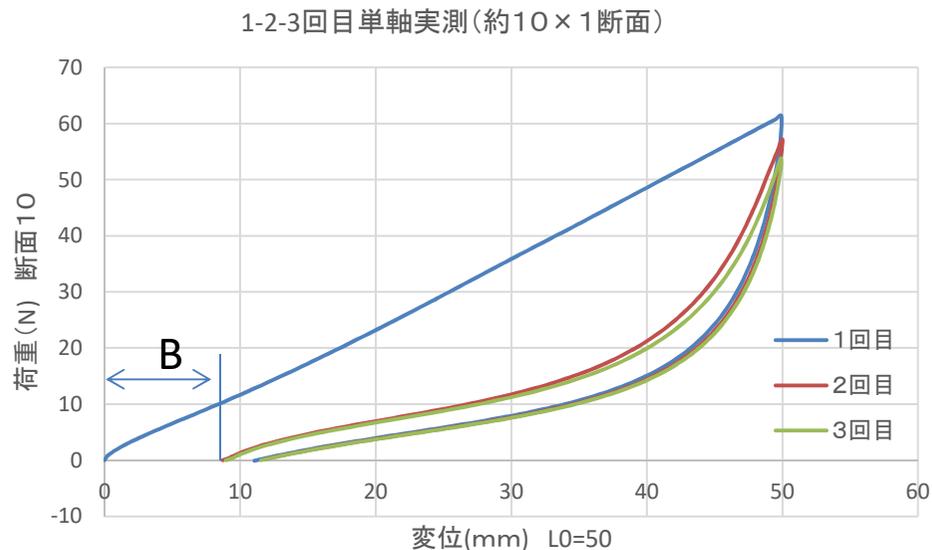
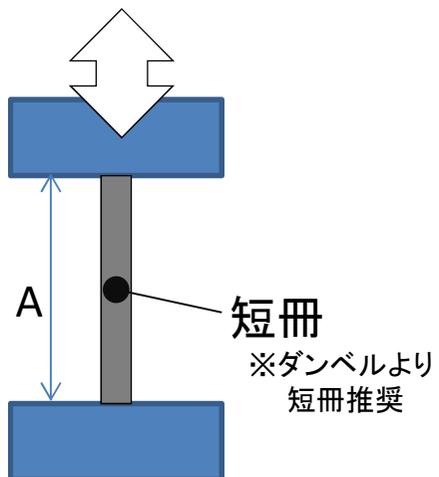
得られる剛性は真の剛性の1.3倍



真のヤング率が求められる

最適な試験片を選ぶ必要があります。
正しいヤング率 E から、 $C_{10} = E / 6$ として定義できます。

目的とした測定ですか？

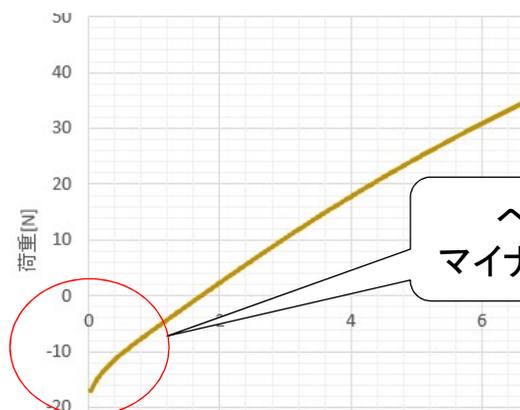
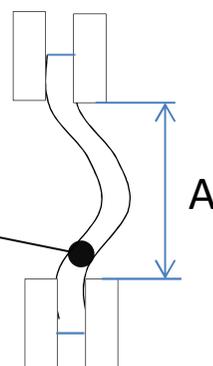
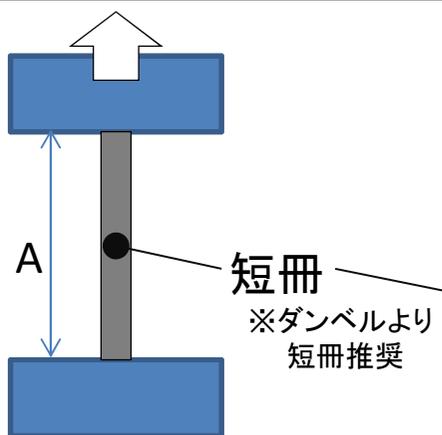


記録

- ・A
- ・幅
- ・厚さ

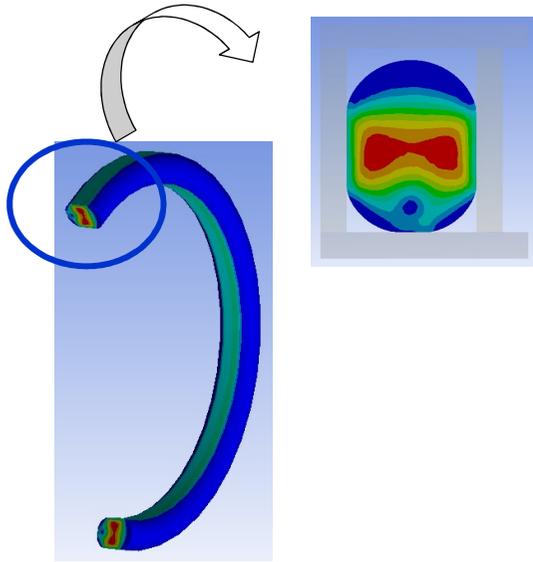
1/10mm単位

1、2、3回目の特性は違います。戸の特性が必要ですか？

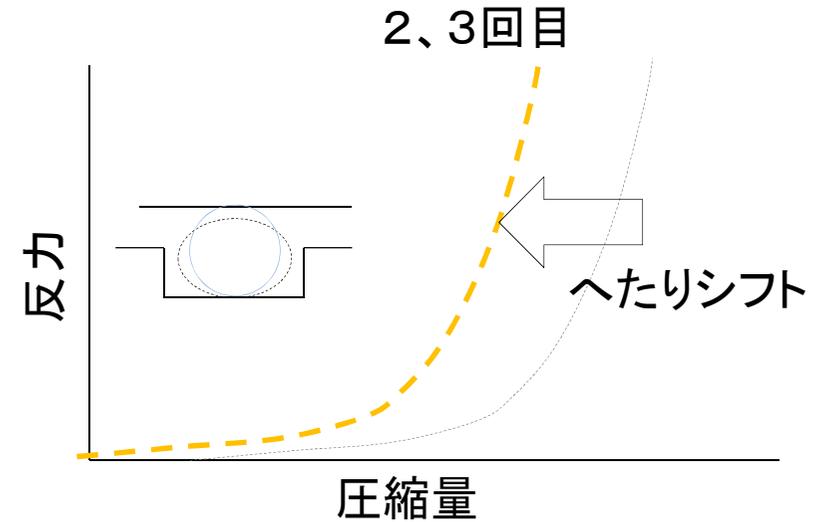
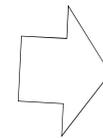
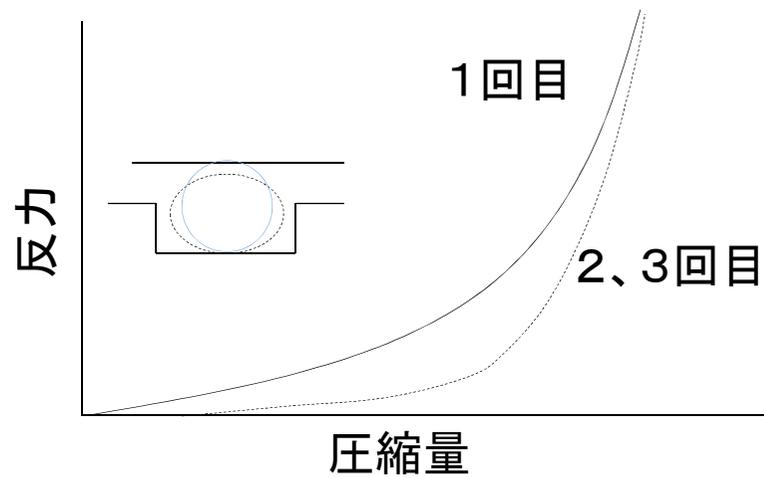
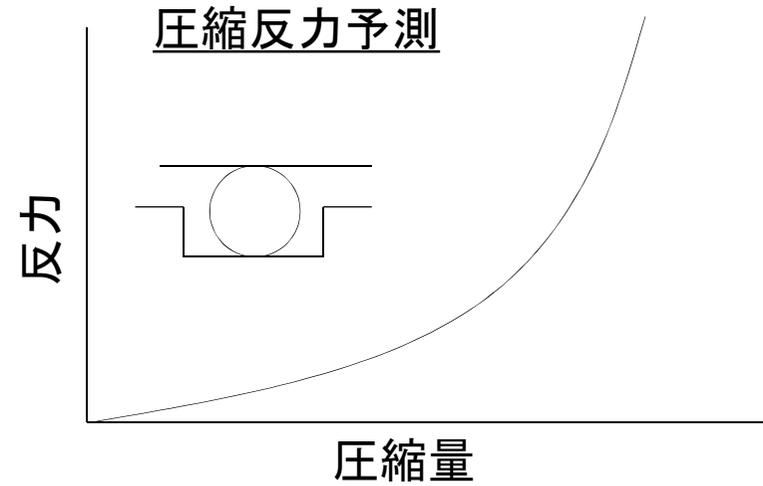


へたりから
マイナス荷重検出

へたりを考慮したヤング率算出が必要です。

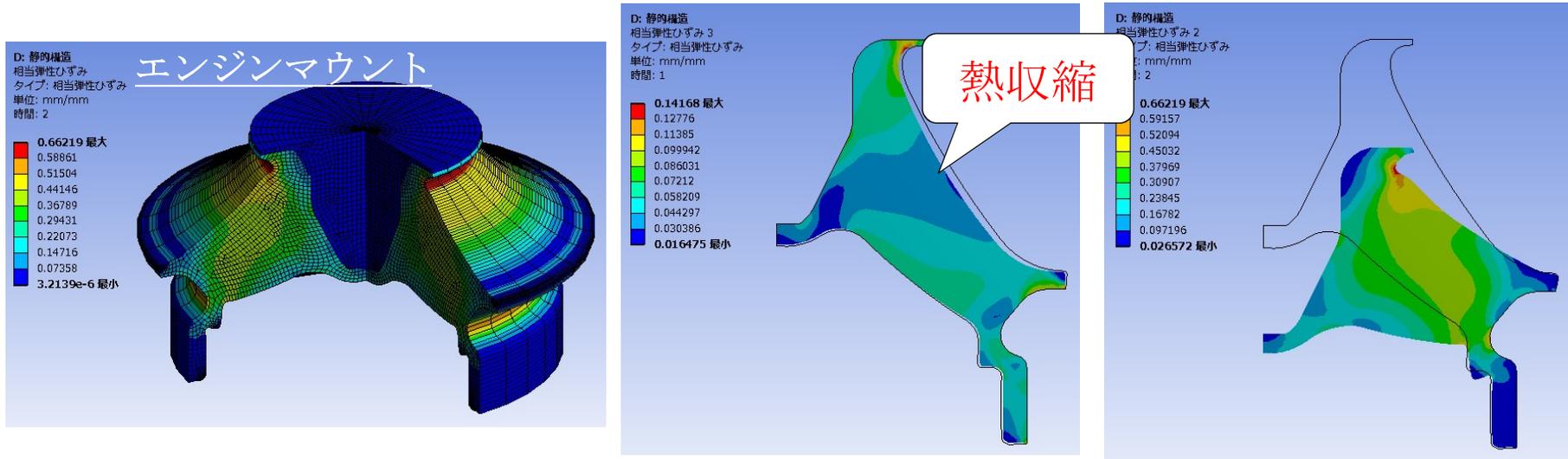


このへたりなど、リングの圧縮、簡単なものでも影響します。

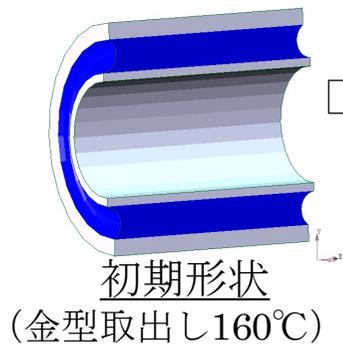


へたりを考慮することで解析予測の精度が上がる。
何回目の特性(反力)を予測するかで変わってくる。

ゴムは熱履歴考慮することが重要です



BUSH(同様に収縮)

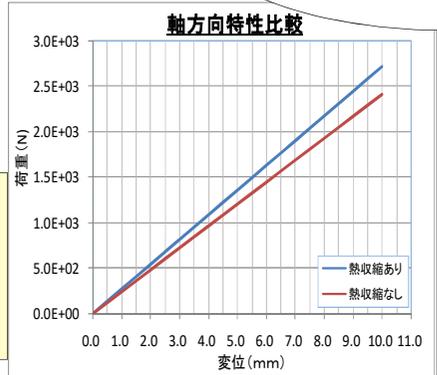


室温冷却形状
(室温放置25°C)

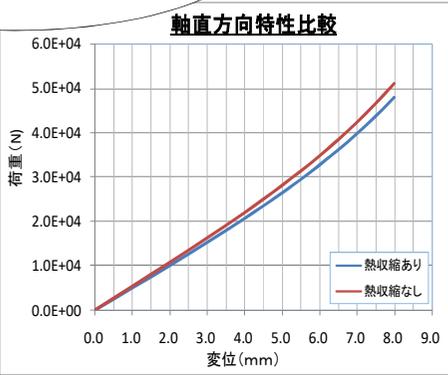
絞り形状
(25°C、ひずみ緩和)

ゴムの製造工程での
熱履歴を考慮すると
予測精度は格段に向上

熱考慮で
特性逆転



軸方向変形



半径方向変形

寺子屋

<https://terakoya2018.com/>

CAE解援隊

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