

T大学提出（公開許可有り）  
自動解析モデルデータ

# ゴムディスク圧縮解析 MARC自動プログラム

2026年3月31日 寺子屋 萩本

寺子屋/CAE解援隊

連絡先 [hagi@terakoya2018.com](mailto:hagi@terakoya2018.com)  
080-2230-8785

## 1. 実験サンプル及び解析モデル作成 49Hs：ゴムディスク



Φ28.7高さ12.6  
押し治具 プラスチック球  
φ9.6mm

ディスクサンプルが49Hs/材料データ用シート55Hs  
シートからひずみエネルギー関数を定義、**硬度換算**、解析へ適用。  
※下記テキストをプロシジャーファイルとして実行すると解析可能です。

解析自動作成

ディスクの圧縮解析.xlsx

入力		押し治具の内径中心				入力	
黄色部のみ入力		x	y	z	黄色部のみ入力		
		-4.8	0	0			
		直径	9.6				
		ディスクの形状					
		直径A	高さh				
		2.87E+01	1.26E+01				
		ゴムの分割					
		厚み	半径	211			
		10	20	231			
		材料定義：ひずみエネルギー密度					
		C10	C01	C11	C20	C30	
		1.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	
		押し治具					
		絶対速度	時間[s]	移動量	摩擦係数		
		3.00E+00	1	3.00E+00	0.3		

Created by Marc Mentat 2018.0.0 GA (64bit)

\*prog\_option compatibility:prog\_version:ment2018

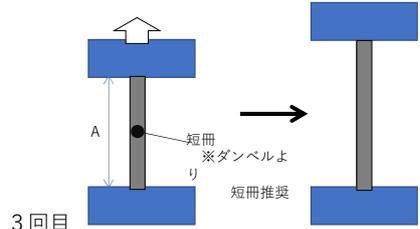
\*prog\_analysis\_class structural  
\*prog\_use\_current\_job on  
\*set\_default\_length\_unit millimeter

**自動モデリングProcedure作成**  
テキストファイルで書き出し、MENTATで実行

すぐに使えるMARC環境がないため、プロシジャーでのモデル化を行いました。  
現状、実験の寸法として解析を走らせる準備が完了しました。

1.26E+01 0 0

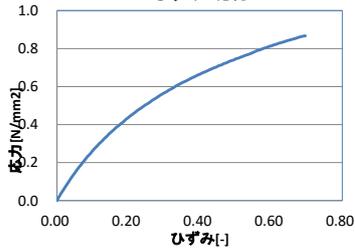
## 短冊の応力-ひずみ線図 短冊試験で正確な剛性を - ゼロ点シフトを考慮してヤング率を計算 -



1 回目

ひずみ[-]	応力[Mpa]	ヤング率 [MPa]
0.10	0.26	2.61

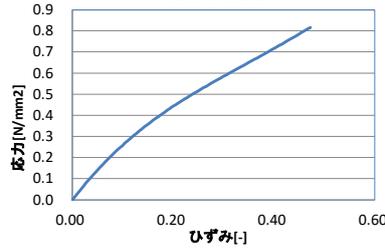
ひずみvs応力



2 回目

ひずみ[-]	応力[Mpa]	ヤング率 [MPa]
0.10	0.26	2.57

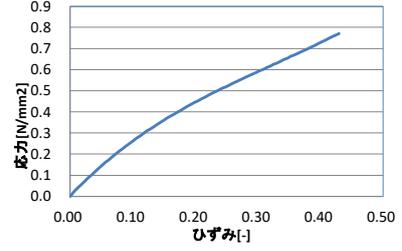
ひずみvs応力



3 回目

ひずみ[-]	応力[Mpa]	ヤング率 [MPa]
0.10	0.26	2.61

ひずみvs応力



偶然ですがヤング率がほぼおなじになりました。  
一般的には、1回目 > 2回目 ≒ 3回目になりますが、この材料は3回ともほぼ同等です。。

## 2. 二軸試験

防振ゴムやJIS基準に3回目を定義します。

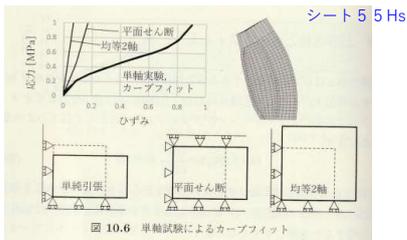


図 10.6 単軸試験によるカーブフィット  
今回、均等二軸はデータベースから推定になります。



二軸試験セット状態/一軸拘束二軸伸張(純せん断用)

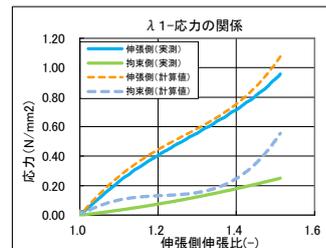
## 3. ひずみエネルギー密度関数回帰

①一軸拘束二軸伸張(純せん断)

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

単位: N/mm <sup>2</sup>				
C <sub>10</sub>	C <sub>01</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>30</sub>
8.9171E-01	-4.5671E-01	6.9658E-01	-8.4969E-01	1.7930E-01

概ね回帰ができた判断

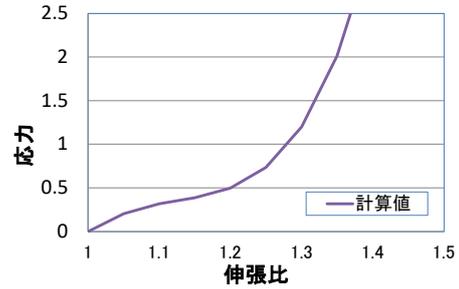


②均等二軸

測定できないため、データベースから推定

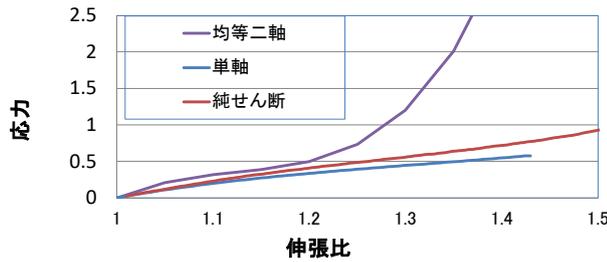
単位: N/mm <sup>2</sup>				
C10	C01	C11	C20	C30
8.4712E-01	-4.1104E-01	7.6624E-01	-1.1046E+00	6.2754E-02

実際のデータも非常に立ち上がり大きい



③単軸-一軸拘束二軸伸張-均等二軸の比較

比較



そのまま比較すると単軸は補正後なので、全体を補正して比較すると上のようになる。

実測と解析の比較

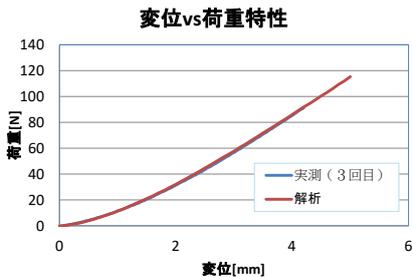
ゴムディスクの硬度（58 Hs）から標準的な材料0.93MPa（9.5kgf/cm<sup>2</sup>）をデータベースから引用  
天然ゴムデータベースより検索した。

解析と実測の比較

非常によく一致する。  
材質が標準的な天然ゴム編であったため一致したが、本来、何らかの方法で材料定義する必要はある。



実験概要

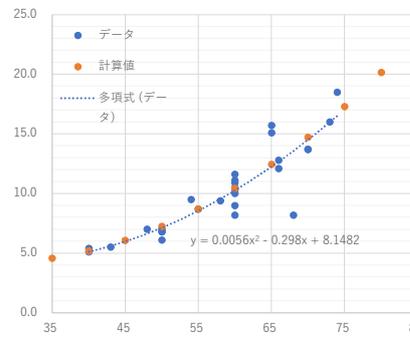


解析データ (Mpa)

C10	4.2583E-01
C01	4.4469E-02
C11	-1.7113E-02
C20	-4.4172E-02
C30	2.1261E-02

天然ゴム材料・標準硬度との関係

硬度 (Hs) vsせん断弾性率 (kg/cm<sup>2</sup>)



硬度 (Hs)	せん断弾性率 (kg/cm <sup>2</sup> )
35	4.6
40	5.2
45	6.1
50	7.2
55	8.7
60	10.4
65	12.4
70	14.7
75	17.3
80	20.1

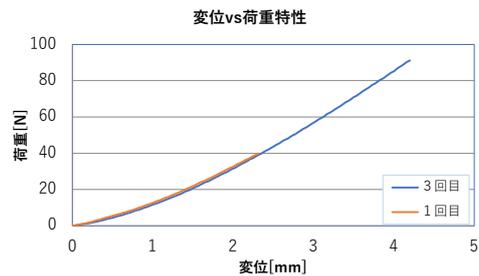
## 参考) 実測について

防振ゴムのJis規格によれば、3回目を正の特性とすることが多い。  
また、各社によって取り決めて、例えばBUSHの軸方向特性は1回目の特性を規格 (Spec) としているところも多い。

今回3回目を比較対象とする。(3回目のへたりは約0.91mm)

### 理由

解析用データとして3回目用を適用。  
また、1回目から2、3回目のへたりの影響が少なかったことから3回目を使用。  
へたりが大きく影響が大きいときは粘弾性解析を適用する方法もある。



二軸試験セット及びシート、  
短冊、ディスク写真

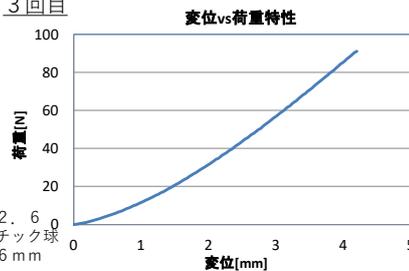


## 5. 実験用ゴム (ディスク)

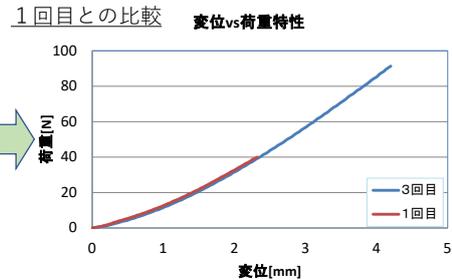
ゴムディスクを十分固い樹脂球で圧縮測定した。  
平面で押さなかった理由として、摩擦の影響を除くよう考慮した。



3回目



1回目との比較



3回目データを測定、この時1回目と比較。ヤング率同様、剛性が同じ。