

期間限定 ～2026.9月 1材料25万円+税、複数割引(2材料目から20%OFF)

1991年から同志社大学で坂口教授のもとで研究スタート、今も勉強中

ゴムの二軸伸張試験、承ります。-ゴムの専門家として解析適用までサポートします。-

二軸伸張試験実施 ⇒ひずみエネルギー密度関数(Mooney, Ogden等回帰、係数算出。25万円～複数割あり

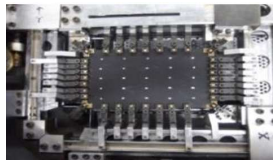
$$W = C_{10}(I_1 - 3) + C_{01}(I_2 - 3) + C_{11}(I_1 - 3)(I_2 - 3) + C_{20}(I_2 - 3)^2 + C_{30}(I_2 - 3)^3$$

Ogden定義も可能です。

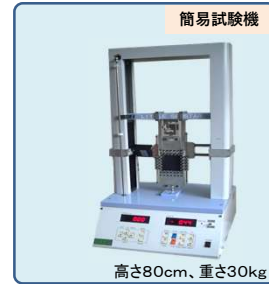
- ・エネルギー関数の真実、注意すべき点
- ・ゴムの解析への適用方法
- ・線形解析での間違いやすい点、その他サポート



現地(富山)の二軸試験機



サンプル取り付け部



簡易試験機

高さ80cm、重さ30kg

従来の試験機は、横置き型・大型 非常に高価 旧型、富山工業試験場、昭和生まれですがまだまだ現役です。

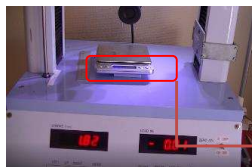
1991年 同志社大学からスタート

朝から晩まで御所の前で...祇園...

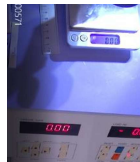
1

どんなものもヤング率は1つです。

剛性の非常に小さいもの-試験機のロードセルが検知できないとき



上から数値が両方見える位置



2

ひずみエネルギー密度関数のヒント -二軸試験ができない場合-

どうしても二軸試験ができない、□75mmサンプルが入手できない場合

手掛かりのない方へのお試し用サンプルの提供

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

Ogden式: $W = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i}{\alpha_i} (\lambda_1^{\alpha_i} + \lambda_2^{\alpha_i} + \lambda_3^{\alpha_i} - 3)$

せん断弾性率	C10	C01	C11	C20	C30
9.500	4.27702E+00	6.56858E-01	-1.39251E-01	-2.14736E-02	1.15420E+00

N/mm²

①天然ゴム (NR) [35-80Hs]

②スチレンゴム (SBR) [35-80Hs]

③ニトリルゴム (NBR) [35-80Hs]

④クロロプレンゴム (CR) [48-75Hs]

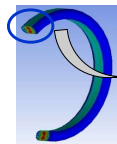
⑤エチレン・プロピレンゴム [50-80Hs]

⑥フッ素ゴム [55-80Hs]

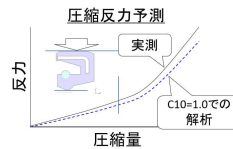
⑦シリコン [35-60Hs]

他の硬度もご相談ください。

製品しかない場合



製品試験と解析から



解析と実測との比
⇒ $C_{10} = 1.0 \times$ 係数 補正

$C_{10} + C_{01}$ 一致するものを選定
⇒ 調整 ⇒ 解析適用

3

解析材料提供から解析見直しまで

1) 二軸試験からひずみエネルギー密度関数 導出

2) 単軸試験からデータベース検索、ひずみエネルギー密度関数 推定

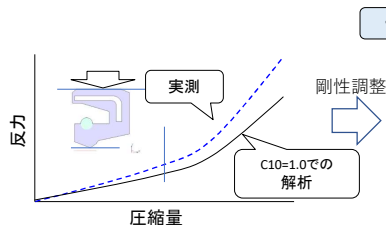
Mooney式: $W = C_{10}(I_1 - 3) + C_{01}(I_2 - 3) + C_{01}(I_1 - 3)(I_2 - 3) + C_{20}(I_1 - 3)^2 + C_{30}(I_1 - 3)^3$

せん断弾性率	C10	C01	C11	C20	C30
9.500	4.27702E+00	6.56858E-01	-1.39251E-01	-2.14736E-02	1.15420E+00

N/mm²

豊富なデータベースから適切なデータを推定。Ogdenも提供可。

3) 材料試験ができない場合、製品の測定と解析から特定



データベース検索

材料名	材料名(英語)	硬度(Hs)
天然ゴム	NR	35-80
スチレンゴム	SBR	35-80
ニトリルゴム	NBR	35-80
クロロプレンゴム	CR	48-75
エチレン・プロピレンゴム	EPDM	50-80
フッ素ゴム	FKM	55-80
シリコンゴム	SI	30-60

試験なしで硬度から
ただし注意が必要

経験を生かしたいろいろな方法で定義可能です。

単軸試験のデータしかない場合の知恵

寺子屋では豊富なデータベースから
単軸結果からエネルギー密度関数推定します。

一軸試験による二軸伸長ゴム材料モデルの推定

Estimation of Biaxial Extension Curve from Uniaxial measurement of Rubber Materials

○永田 孝弘, 正 小林 卓哉 (メカニカル・デザイン・アンド・アナリシス)

山下 義裕 (滋賀県立大工)

Takahiro Nagata, Takaya Kobayashi, Mechanical Design & Analysis Co.

Yoshihiro Yamashita, The University of Shiga Prefecture.

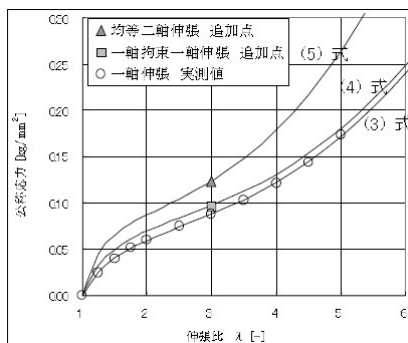


Table.1 一軸伸張と二軸伸張との応力の比

	一軸伸張との応力の比	
	一軸拘束一軸伸張	均等二軸伸張
IR C0 S1	1.12	1.4
IR C0 S2	1.1	1.4
IR C0 S3	1.14	1.43
IR C0 S2(Relax.10min)	1.12	1.33
SBR C0	1.19	1.47
EPDM C0	1.15	1.55
IR C50 S1	1.08	1.4
IR C50 S2	1.1	1.4
IR C50 S3	1.08	1.42
SBR C50	1.1	1.4

E:¥D Dir¥052寺子屋・資料andツール¥二軸資料
メカニカル ゴムのひずみエネルギー2軸比率.pdf

5

そんな時、二軸データサンプルの提供

Mooney 3次 ひずみエネルギー密度関数

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

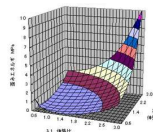
※注意) 必ずしも硬度と剛性に比例関係はありません。最低限、
単軸試験から剛性(ヤング率)確認をお勧めします。

提供の方法

- 1) お試しサンプル: 無償提供
- 2) 短冊の測定を基にマッチした材料提供
ヤング率からマッチしたデータ検索
- 3) 短冊もご用意できない方
⇒製品測定と、それを模した解析から推定
いろいろな方法があります。ご相談ください。

ニトリルゴムのサンプル例)

【NBR材】 N系(回帰)					N/mm2
Gs	C10	C01	C11	C20	C30
40Hs	2.48981E-01	2.75767E-02	-4.30145E-03	#####	#####
50Hs	2.86538E-01	3.33478E-02	-4.55062E-03	#####	#####
60Hs	4.13081E-01	5.65268E-02	-5.58853E-03	#####	#####
70Hs	6.18743E-01	1.06498E-01	-7.92785E-03	#####	#####



ご用意可能な材料種と対応硬度

- ①天然ゴム(NR)[35-80Hs]
- ②スチレンゴム(SBR)[35-80Hs]
- ③ニトリルゴム(NBR)[35-80Hs]
- ④クロロプレンゴム(CR)[48-75Hs]
- ⑤エチレン・プロピレンゴム[50-80Hs]
- ⑥フッ素ゴム[55-80Hs]
- ⑦シリコン[35-60Hs]

他材料、この範囲外の硬度のご相談ください。

Ogden係数の提供もありますが、どの形ででも予測精度は同じです。
(Ogdenの場合、変換の手数料を頂きます)

二軸伸張試験、無料・有料(3万円～、複数割あり)の解析用データを提供します。

寺子屋 サポート一蘭

CAE適用

- ・CAD自動化
- ・解析自動化/条件設定、結果処理
- ・解析ソフト導入だけですか？
 - 1) 線形ソフト(SolidWorksなど)でゴムの解析
 - 2) 公共機関の利用、解析指導から実用化まで

予測精度向上

・材料再定義

・方法、条件再定義

ゴムの大変形

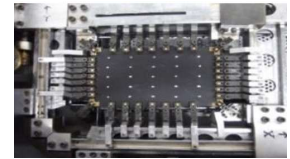
- ・ゴム材料定義: ひずみエネルギー関数
- ・大変形テクニック～運用実用化

立上げサポート技術者育成

- ・セミナー、育成サポート(座学含む)
ゴムタイムス社様、日本テクノフォート様
- ・解析初心者ご指導: 基本から実用化
- ・ゴムの設計・解析・製造の技術者育成
- ・線形から金属樹脂の塑性域、材料定義方法構築



単軸伸張試験概要



2軸伸張試験概要

ベース

線形材料からゴムのひずみエネルギー関数構築

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

$$W = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i}{\alpha_i} (\lambda_1^{\alpha_i} + \lambda_2^{\alpha_i} + \lambda_3^{\alpha_i} - 3) \quad n = 5 \sim 7 \text{ 程度}$$



寺子屋 サポート一覧 -ノウハウまでお届け、自立支援する会社です-

CAE

FEM解析

材料定義からゴム・樹脂の大変形解析
線形解析の落とし穴、課題解決

CAD

効率化～自動化のお手伝い
ノウハウからお届けします。ABAQUS・MARCはじめすべてのソフト実用化～効率化、
サポートとの通訳対応します。どう質問していいのか～

ソフト選定・導入・運用・実用化まで

解析無料診断

材料定義

解析用材料定義、ゴム材料測定～回帰まで
Mooney、Ogden他対応します。樹脂のヤング率、加工硬化係数
動解析のための粘弾性係数、
～緩和粘弾性係数(Proney級数)

富山など二軸伸張試験機習得サポート

二軸試験機ご提供から測定方法、公共機関の利用方法等
定義方法が不明という方～何でもご相談ください。

測定・計測

密度、ヤング率～ゴム非線形材料まで何でも

設計・開発サポート

ゴムの専門家ですが、樹脂他、なんでもご相談ください。
製造工程、品質管理まで

シミュレーションを通じたゴム製品の設計・開発・製造までお手伝い

ゴムに限らず 解析、設計、計測、信頼性(耐久性)評価までなんでもご相談ください。

寺子屋サポートサービス

シミュレーションを通じたゴム製品の設計・開発・製造までお手伝い

広島デジタルイノベ

形状設計・型設計・工程改善

{設計からゴムの大変形非接触解析までサポート可}

解析診断

条件設定見直し～予測精度改善

ソフト選定・導入・運用

設計・解析技術者の育成可能
・ノウハウから提供しますので自立支援です。

ソフトがない、導入にお困りの方、
導入・運用費用削減したい方歓迎です。

解析実用化

育成の
お手伝い

材料定義

解析情報発信

ゴム・樹脂の定義～ゴム材のエネルギー密度定義まで

- ・公共試験場での測定から定義、単軸試験機改良
- ・金属、樹脂の組成から加工硬化係数
- ・受託試験（できれば覚えて頂きたい、費用削減）

解析でできること

※落とし穴、やってはいけない解析定義、ソフトのバグ

2016年より解析実用化支援企業15社様、材料試験350以上、ゴムの二軸試験ご指導19社様他

解析実用化支援

解析モデル化

条件設定

材料定義

改善

解析方法

結果確認

9

-2016年独立からのコンサルタント業務-

