

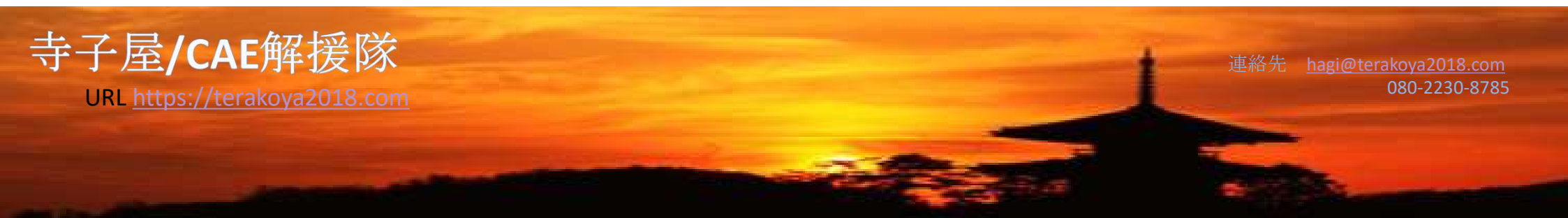
ゴムのFEM解析用サンプルデータ販売

2022. 10. 17. 寺子屋 萩本

寺子屋/CAE解援隊

URL <https://terakoya2018.com>

連絡先 hagi@terakoya2018.com
080-2230-8785

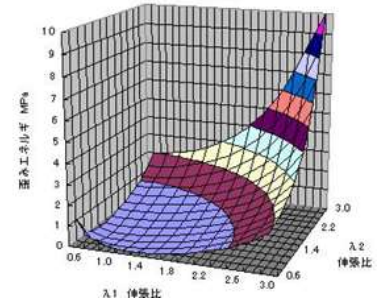


二軸データの提供

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] |

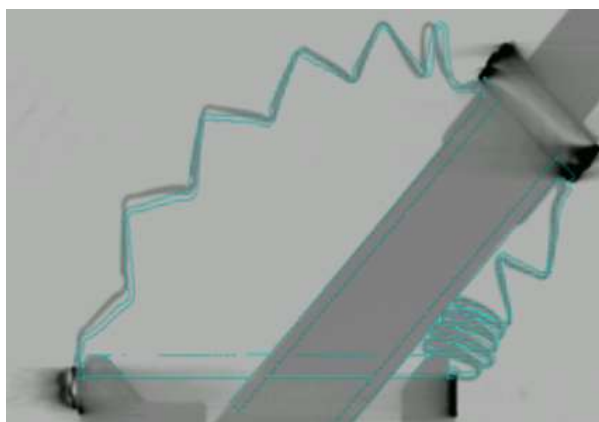
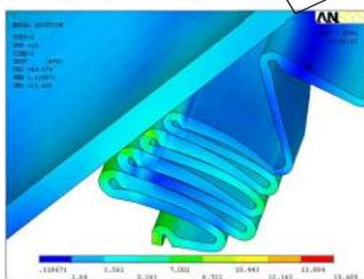
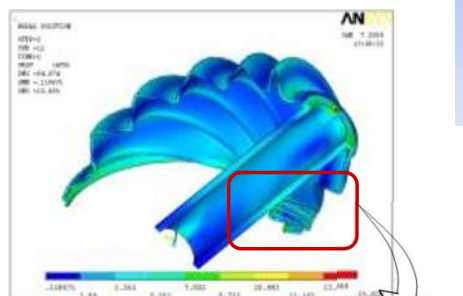
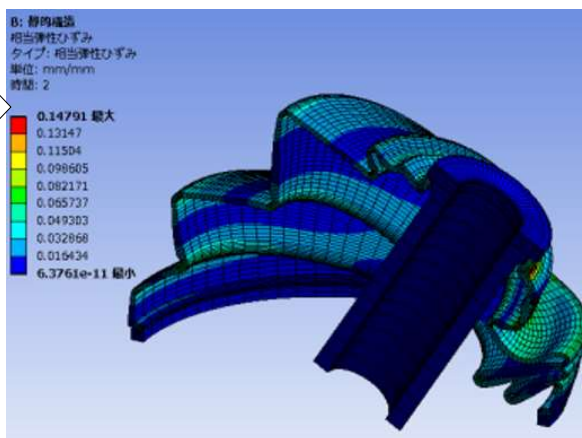
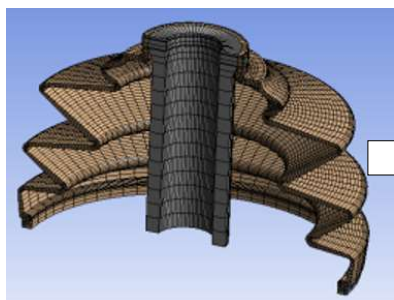
他材料、この範囲外の硬度のご相談ください。

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)

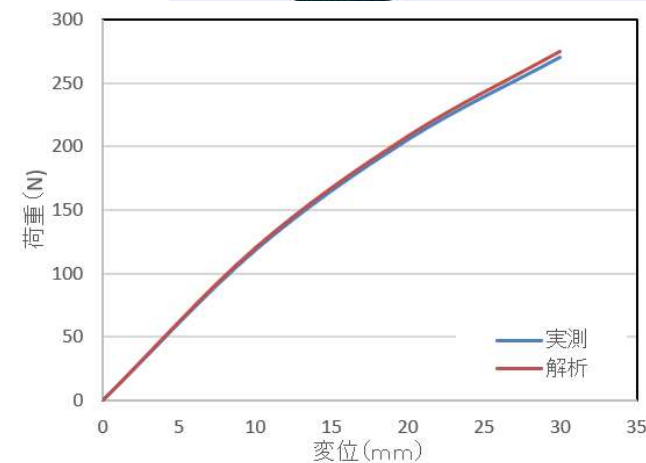
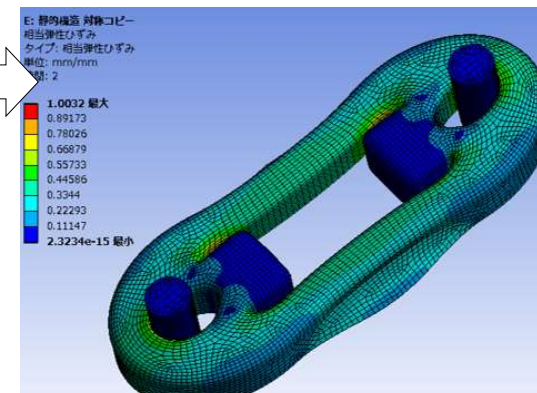
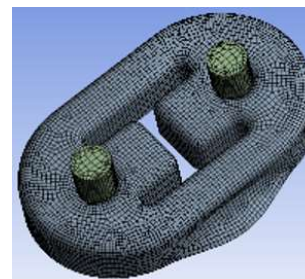
二軸伸張試験、無料・有料(3万円～、複数割あり)の解析用データを提供します。

解析例) 材料定義及び解析の注意点を守れば簡単に精度がアップする

ブーツの揺動変形解析



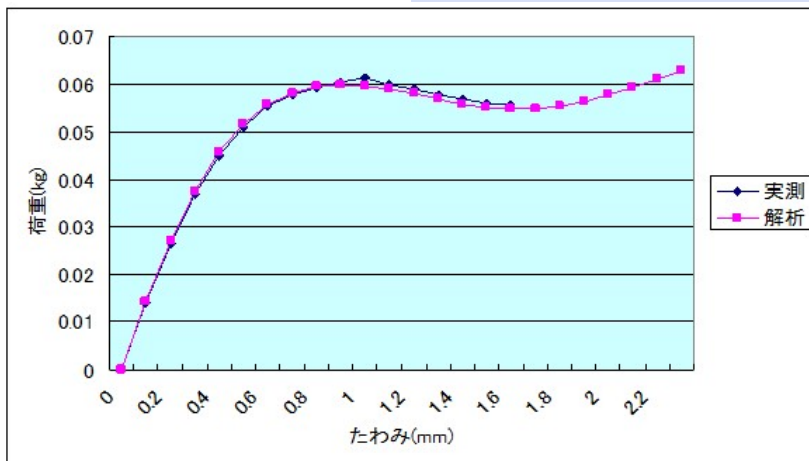
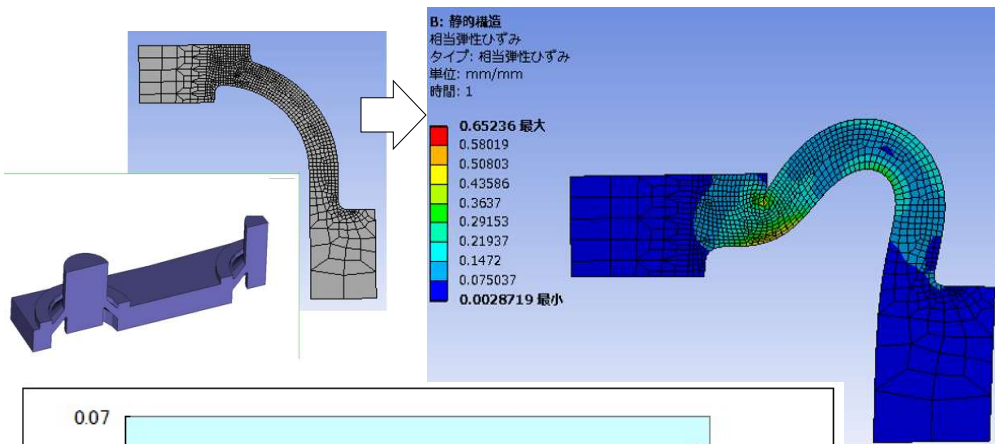
マフラーマウントの変形解析



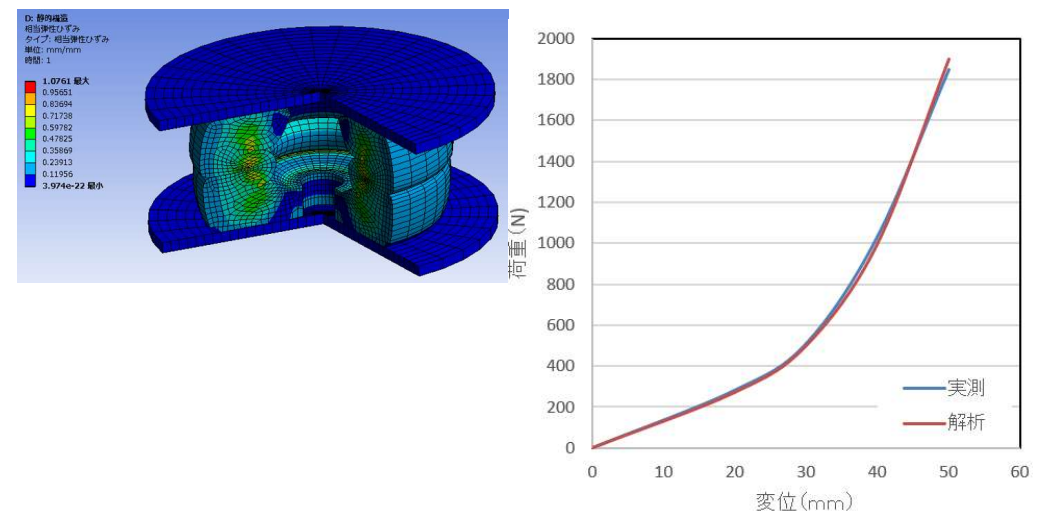
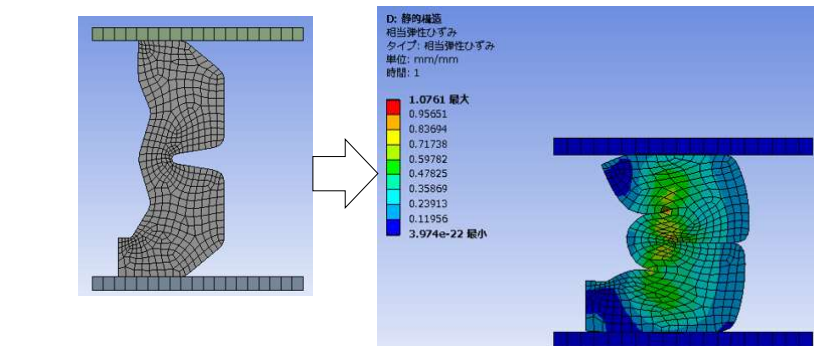
実測と解析予測がよく一致(良好)

解析例) 材料定義及び解析の注意点を守れば簡単に精度がアップする

ラバーコンタクト変形解析



ラバースプリングの変形解析

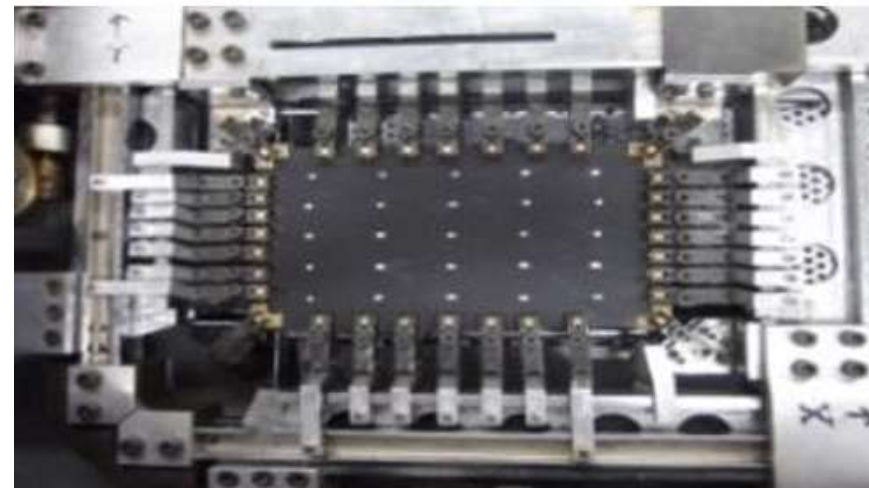


実測と解析予測がよく一致(良好)

従来の二軸試験機



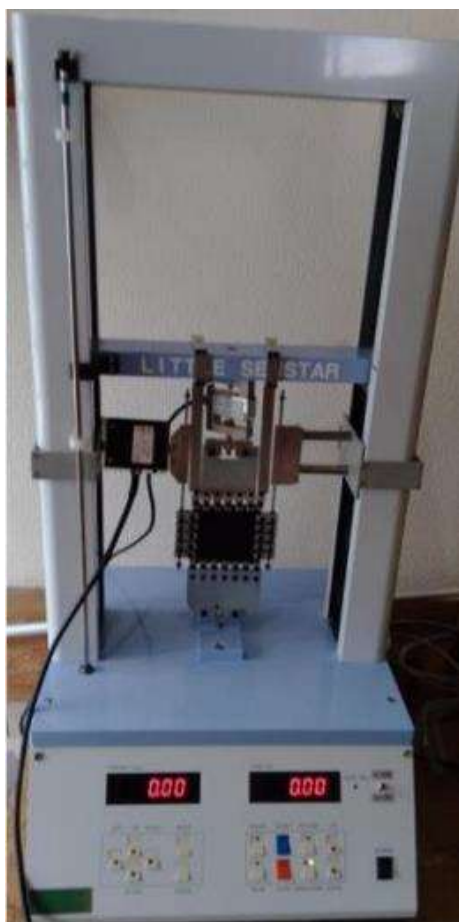
$$\text{Mooney式: } W = C_{10}(I_1 - 3) + C_{01}(I_2 - 3) + C_{11}(I_1 - 3)(I_2 - 3) + C_{20}(I_1 - 3)^2 + C_{30}(I_1 - 3)^3$$



サンプル取り付け部

従来の試験機は、横置き型・大型 非常に高価
800～1,000万円 定価ベース

新規縦型の簡易二軸試験機 一軸拘束二軸伸張（純せん断）専用



解析精度向上に、この簡易二軸試験機の一軸拘束の領域で十分と考えます。（根拠あり）

サンプルサイズもコンパクト □75mm(厚み0.7~2.3mm)／コンパクト

* 富山 □120mm必要



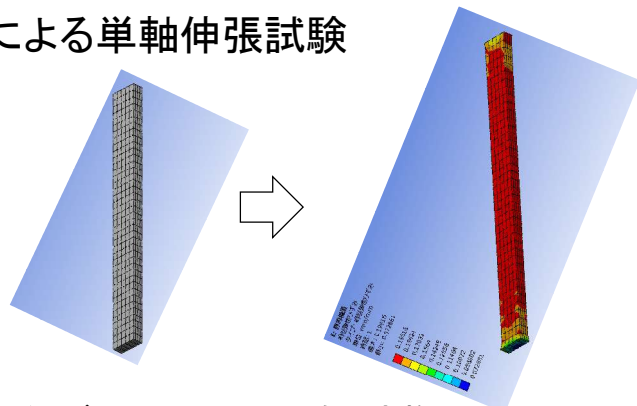
- ・一軸拘束二軸伸張専用
- ・富山試験場もご紹介（前ページ試験機）
- ・群馬館林近郊でも使用
- ・福山通運便でもお届け／レンタル

自宅の一室で使用
半日開放、方法、回帰方法
ご指導します。

従来型に比べて、安価な製作費でできます。（4分の1程度製作費）
一軸拘束二軸伸張試験専用（変形状態3ページ）です。
製品の解析には、最も適した変形状態から解析データを構築します。

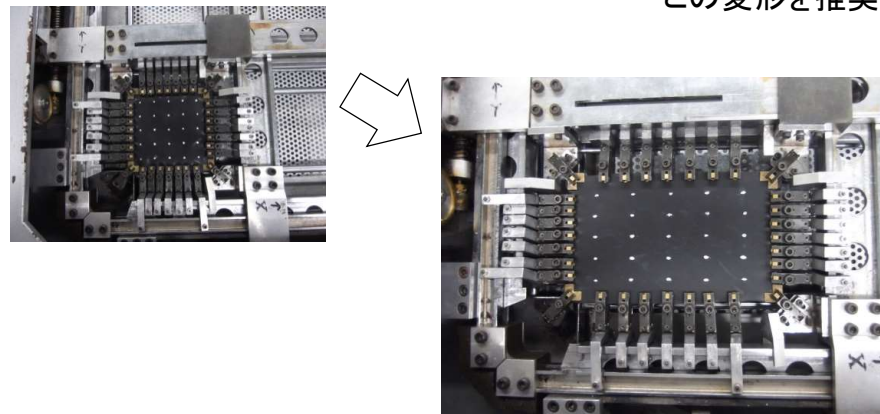
新規縦型の簡易二軸試験機での一軸拘束幾伸張が**有効な理由** -説明資料あります-

①短冊による単軸伸張試験



注)ダンベルによる試験は実施しません。
短冊が最適です。

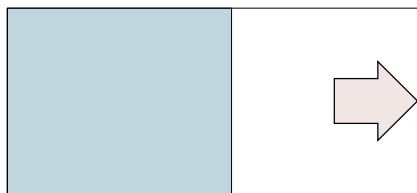
②一軸拘束二軸伸張試験



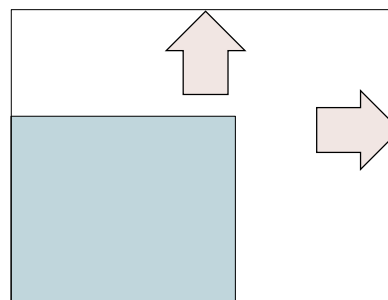
注)製品予測のため、
この変形を推奨しています。

二軸試験概要

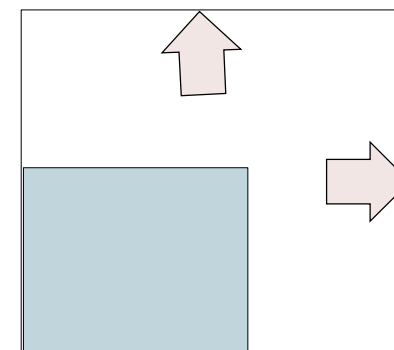
一軸拘束二軸試験



二軸試験



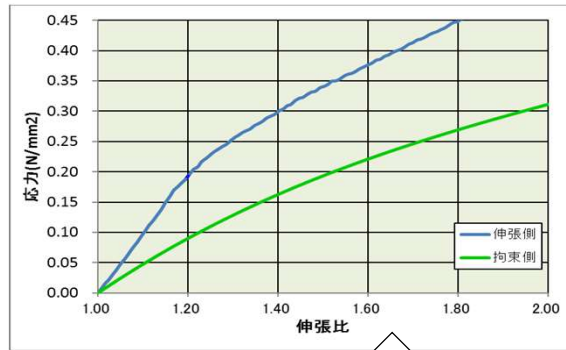
均等二軸試験



よく聞かれる話ですが、単軸、一軸拘束二軸伸張(純せん断)、均等二軸のすべてのデータを使うと精度が上がります。
嘘ではありませんが、かなり課題が大きいです。

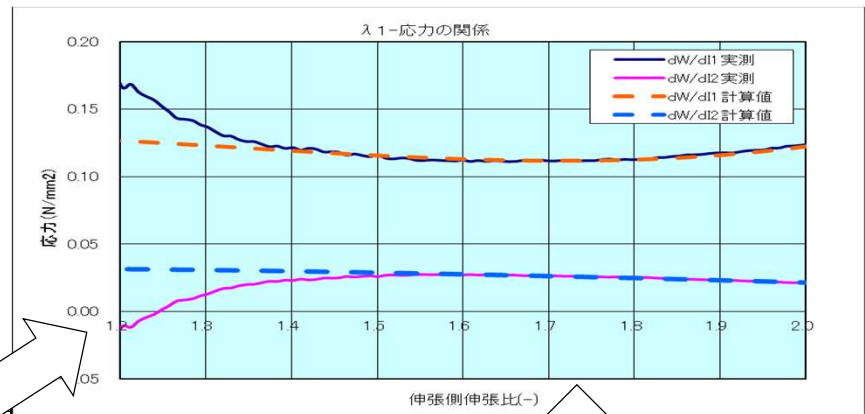
実際の回帰

実測値



回帰

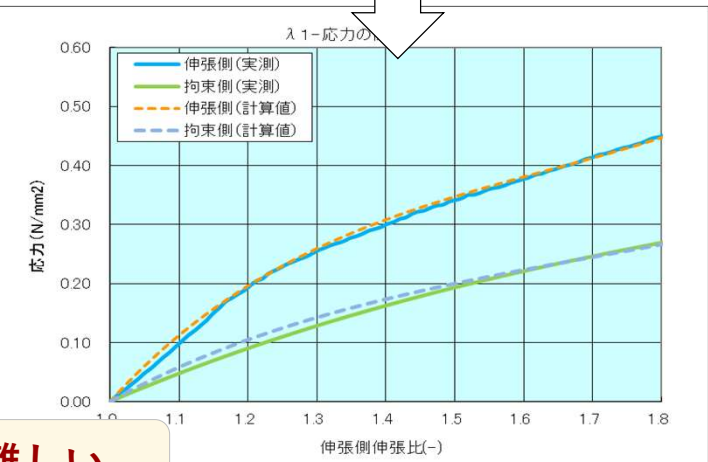
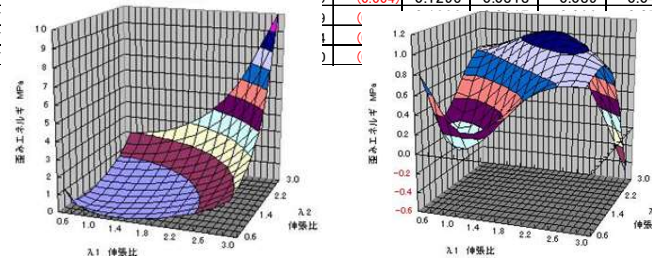
簡易試験機でも全く同じ結果



EXCEL計算

検証

エネルギー計算表(シート)の値							係数からの計算値					
No.	λ_1	λ_2	λ_1-3	λ_2-3	σ_1	σ_2	$dW/d\lambda_1$	$dW/d\lambda_2$	$dW/d\lambda_1$	$dW/d\lambda_2$	σ_1	σ_2
1	1.00	1.00	0.00	0.00	0	0.00000	#DIV/0!	#DIV/0!	0.1301	0.0319	0.000	0.000
2	1.02	1.00	0.00	0.00	0.016	0.008	0.159	(0.031)	0.1301	0.0319	0.020	0.010
3	1.02	1.00	0.00	0.00	0.021	0.011	(0.058)	0.178	0.1300	0.0319	0.028	0.014
4	1.03	1.00	0.00	0.00	0.030	0.016	0.034	0.090	0.1300	0.0318	0.040	0.020
5	1.04	1.00	0.01	0.01	0.039	0.020	0.057	0.068	0.1299	0.0318	0.050	0.026
6	1.05	1.00	0.01	0.01	0.047	0.024	0.111	0.018	0.1298	0.0318	0.059	0.030
7	1.06	1.00	0.01	0.01	0.057	0.029	0.102	0.027	0.1297	0.0318	0.071	0.036
8	1.07	1.00	0.02	0.02	0.065	0.033	0.123	0.009	0.1296	0.0318	0.080	0.041
9	1.08	1.00	0.02	0.02	0.075	0.037	0.129	(0.004)	0.1295	0.0318	0.089	0.046
10	1.09											
11	1.10											
12	1.10											



実際に測定から回帰、また、大きめのシートを準備することも難しい。

1回目と2, 3回目の特性は大きく異なり選択が必用です。

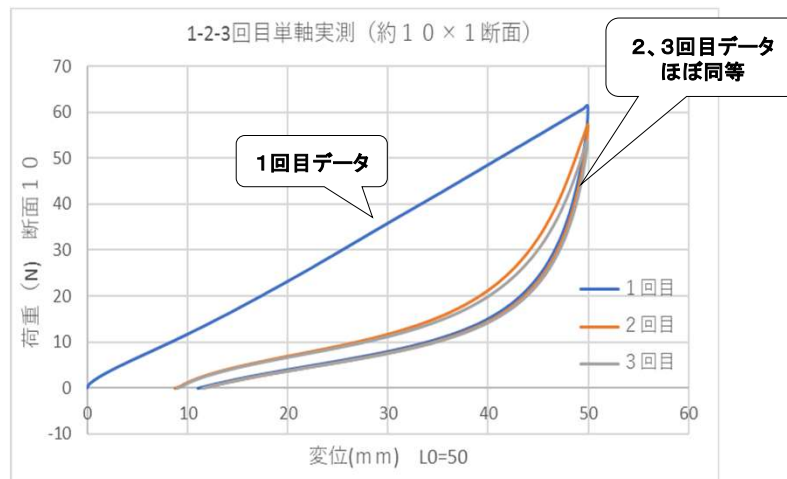
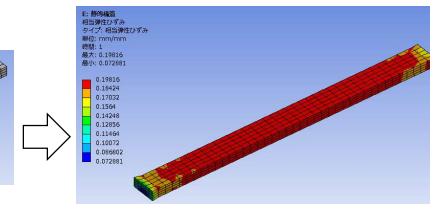
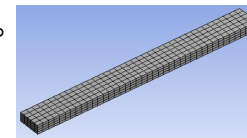
ゴムは、そのままのヤング率で定義しませんが

ヤング率 $E=6 \times C10$ の関係から

最も簡単なネオフック関数 $W=C10(I1-3)$ で表される。

単軸試験から正確なヤング率を求めること。

短冊試験



1回目と2回目は大きく異なり、
2回目と3回目は少し異なります。

3回目以降はほぼ重なります。

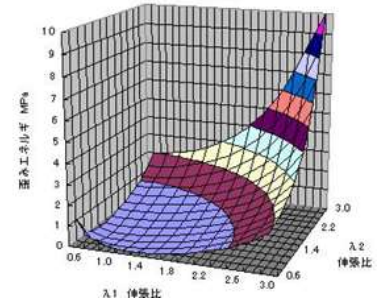
ゴムの3回の伸張データは、上記のように安定性から“3回目のデータとJISでは規定”しています。
しかし、それだけでは解析に使うことが難しいです。/JISは解析用に定義されていません。

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/mm ²	
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。

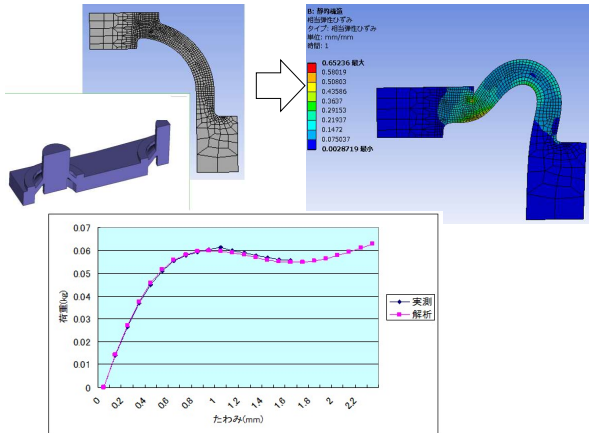
Ogden係数の提供もありますが、どの形でも予測精度は同じです。
(Ogdenの場合、変換の手数料を頂きます)

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。

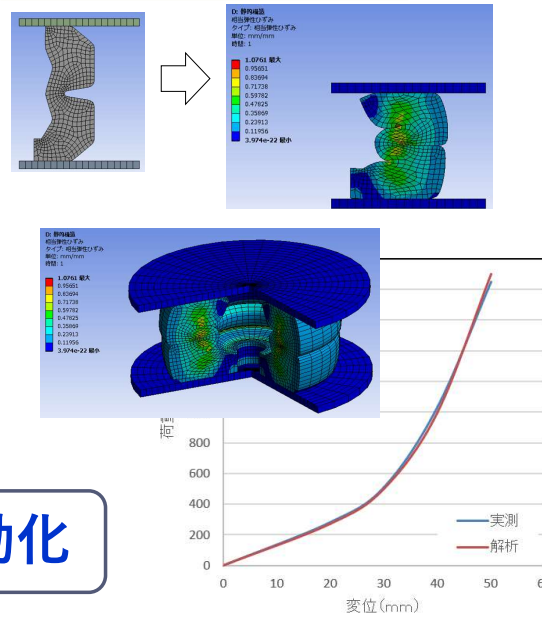
情報

①ゴムのFEM解析基礎

ラバーコンタクト変形解析



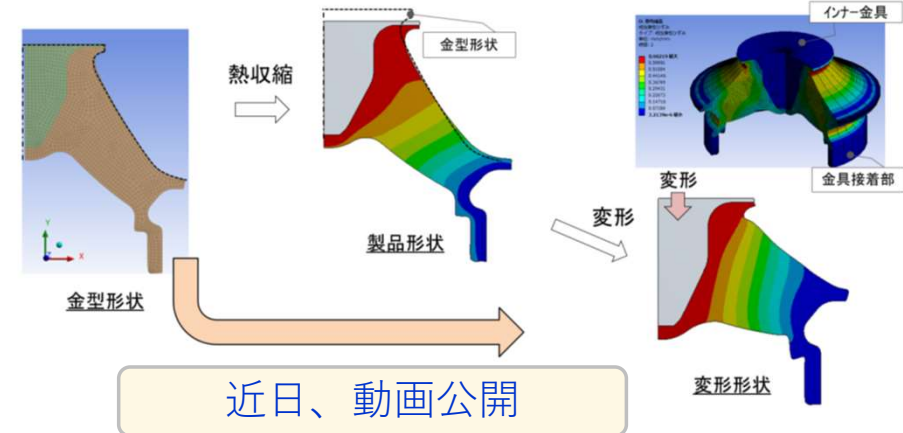
ラバースプリングの変形解析



③FEM解析の自動化

②線形FEM解析で防振ゴム設計

線形解析ソフトでの 熱+変形解析=非線形解析



③CADの自動化 (自動描画)

④業務の効率化

お手伝いします、ご相談ください。

セミナーのご案内

無料セミナーはご招待いただき開催も検討

ホームページに無料・有料セミナー順次更新

ゴムの解析基礎・応用

防振ゴム設計・解析基礎
応用

シール設計・解析基礎
応用

ゴムの粘弾性から耐久性

解析・CAD自動化

解析実習
1日でMARC習得

ひずみエネルギー密度関数
サンプル無料プレゼント

第2弾ゴムタイムス社様から発売中
アマゾンからも購入可
第1弾(超弾性部のみ)プレゼント

問い合わせの方 第1弾(超弾性部のみ)ゴムのFEM解析 まもなく完売
メール: hagi@terakoya2018.com

初心者のための
ゴムの有限要素法解析

萩本光広 著

コロナ社

寺子屋 サポート概要

ノウハウを提供する会社です。自立して頂く...

ゴムのお困りごと、何でも相談ください。

CAE適用

立ち上げお手伝い

・セミナー、育成サポート(座学)

・解析初心者ご指導

・ゴム材料定義

・解析条件の定義方法、見直し/間違え易い定義

・結果の見方、処理

実用化・運用

線形～大変形解析

・クリープ～応力緩和解析

・動解析

・熱・金型設計

・衝撃、落下解析

・疲労寿命/耐久性予測

効率化

・CAD自動化

・解析自動化/条件設定、結果処理

・リバースエンジニアリング

変形状態のCAD化、Assy組み込み

品質管理

・不良原因解明

・原因の可視化

・工程改善

知識集約情報発信
標準化はCAEの役割です

寺子屋/CAE解援隊

連絡先 hagi@terakoya2018.com

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。-

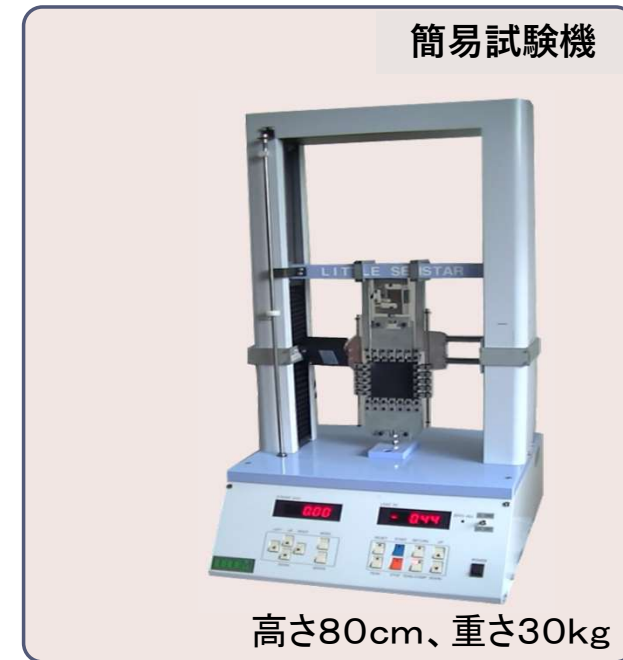
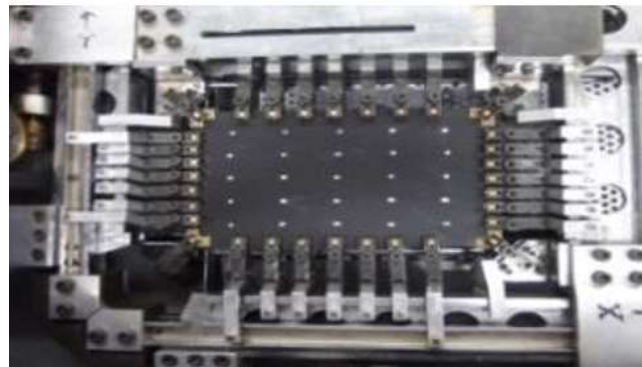
二軸伸張試験実施 ⇒ひずみエネルギー密度関数(Mooney, Ogden等回帰、係数算出。 25万円～複数割あり

$$W=C10(I1-3)+C01(I2-3)+C11(I1-3)(I2-3)+C20(I2-3)^2+C30(I2-3)^3$$

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

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。

材料定義をご自身で修得

公共試験場を利用して ゴムの解析用ひずみエネルギーを構築しませんか。

- 候補日をいただければ調整します。1社4名様くらいまで -

1. 富山県でご希望の日程で、6時間程度で修得できます。
操作は簡単で、ひな型を使って回帰も簡単です。
※ひな型販売もしています。
2. 公共試験場ですので、安価に、（修得すれば）いつでも
ご利用いただけます。
アフターフォローも万全です、問い合わせに回答します。

現在、現役の試験機ですが何分、昭和生まれですので・・・
使えるうちに覚えましょう。

お問い合わせリンク

<https://terakoya2018.com/question>

The screenshot shows the homepage of the Toyama Prefecture Industrial Technology Research and Development Center. At the top, there is a Google search bar and navigation links for 'WWWを検索' and 'センター内を検索'. Below this is a main navigation menu with icons and text for 'HOME', '技術支援 Program', 'センター概要 About', 'お知らせ News', '主要設備 Facility', '刊行物 Publication', '研究開発 Development', and '産業財産権 Industrial property rights'. A breadcrumb trail reads 'ホーム > 概要 > 組織・研究職員 > 生活工学研究所'. Below the breadcrumb, there are links for '概要・沿革', '組織・研究職員', and '交通案内'. The main content area is titled '生活工学研究所' and features a photograph of a modern industrial building. To the left of the photo, there is a text block describing the center's focus on research and development for products related to '衣' (clothing), '住' (living), and '遊' (leisure). At the bottom of the page, contact information is provided: 〒939-1503 富山県南砺市岩武新35-1 TEL:0763-22-2141 FAX:0763-22-4604.

寺子屋/CAE解援隊

URL <https://terakoya2018.com>

連絡先 hagi@terakoya2018.com

080-2230-8785

富山県産業技術研究開発センター (pref.toyama.jp)

解析に使用する材料データの定義方法

寺子屋 サポート費用の考え方

材料定義から予測精度の向上

材料定義

- ・富山での修得、自力定義 20万円～
※自力で定義することにより追加材料費用は試験機使用料のみ。
- ・委託定義 2材料程度 35万円～
粘弾性、スポンジなどは別途追加費用

解析の見直し

- ・ゴムの解析基本修得
- ・条件見直し
- ・誤差原因の確認
- ・収束性向上

結果の見方

- ・ゴムの結果の見方
- ・誤解の排除、ソフトの癖etc.
合っているのに合っていないと勘違い

1案件 ～ 90万円

※お客様が実施分、費用圧縮させていただきます。
※※スポンジゴムの解析をメールのやり取りのみで実用化したお客様も。

効率化・実用化

効率化・自動化

適用

動的・固有値

緩和・クリープ

熱・型設計

疲労・老化

材料再定義など

リバースエンジニアリング

設計・開発者への展開

結果のみでなくノウハウまで提供 ～ 200万円

- メールでの対応はどんなことでも無償対応です。
- web会議招待いただければお困りごとに対応します。
- 費用は圧縮できます。

ゴムのFEM解析を中心としたお手伝い

解析用材料定義から予測精度の向上

セミナー開催・お役立ち情報の発信

ゴムの疲労寿命・
耐久性予測

CAD、FEM解析の**効率化・自動化**

ご不明な点があれば何なりとお問合せください。

メールでの対応はどこまでも無料です。

寺子屋 検索：ゴムのFEM解析 寺子屋

<https://terakoya2018.com/>

MAIL : hagi@terakoya2018.com



第2弾ゴムタイムス社様から発売中
アマゾンからも購入可
第1弾(超弾性部のみ) 販売完了

代表の個人的な **実績**

二軸伸張試験からFEM解析予測精度の向上

1991年から同志社大学坂口一彦教授のもと
ひずみエネルギー密度関数研究をスタート(社会人4年目)

・ゴム材料定義 ノウハウ含めて2000年MSCソフトウェアで発表
最優秀事例発表賞を受賞 社内でも評価上がる

・解析条件の定義方法及び材料定義確立から、2005年会社を移り
ゴム製品製造の会社、2社で解析予測精度の向上
自動化による解析工数の80%カットを行い2016年起業

[主な事業内容]

線形から非線形解析全般

・解析初心者のご指導

・セミナー開催、育成サポート

・CAD自動化、効率化のお手伝い

・ゴムの二軸伸張試験からのエネルギー関数定義、動的、熱、疲労寿命まで

全てノウハウからご提供します。社内技術構築にもお役立てください。

寺子屋/CAE解援隊

連絡先 hagi@terakoya2018.com

講師の履歴書 youtubekワード ゴムの解析 寺子屋 自己紹介

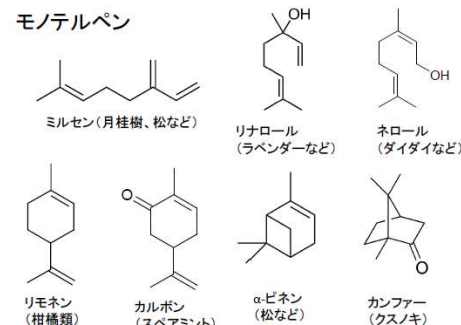


進学校の予定が
推薦入学で
オリンピックめざし
インターハイまで

中学 ⇒ 高校

大学

物理が苦手な化学専攻
香水の合成



快い香りのものが多い

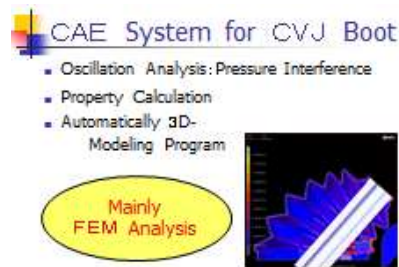
英語勉強せず
(化学と数学で突破)

ちょっとしたこと
推薦でなく受験

就職

防振ゴムの設計/物理系

1991年～ FEM解析
主担当・海外研修
解析マニュアル全て英語



英語での講師 2000年ころ
海外からの研修・講師

現在

物理系
FEM解析での仕事

化学系出身でもこの程度できます。

寺子屋代表 自己紹介YouTube ご覧ください

https://www.youtube.com/watch?v=fpEvkk_wow8&t=17s