

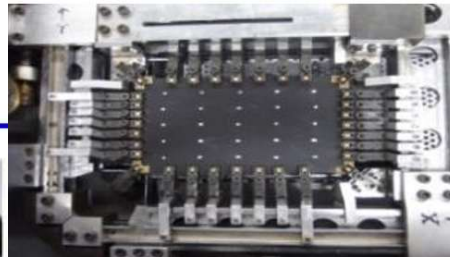
受託試験～エネルギー一定義承ります

ひずみエネルギー密度関数定義します。

[従来型]

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



サンプル取付部

動画Youtube:  
一軸拘束二軸伸張

<https://youtu.be/k4d9Rw9KEv0>

動画Youtube:  
均等二軸伸張

<https://youtu.be/NKkxhFv2--k>

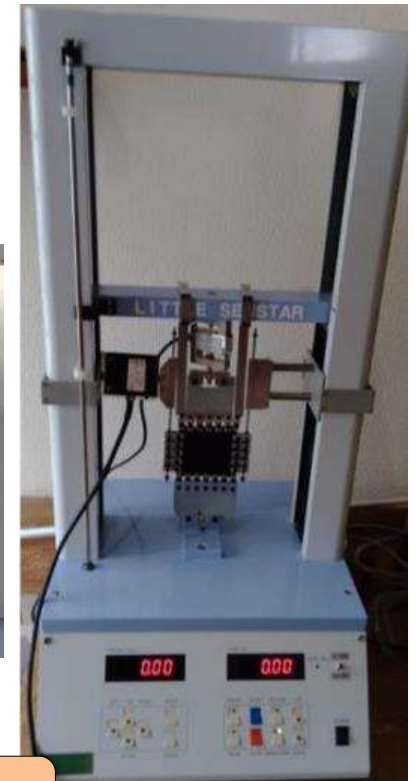
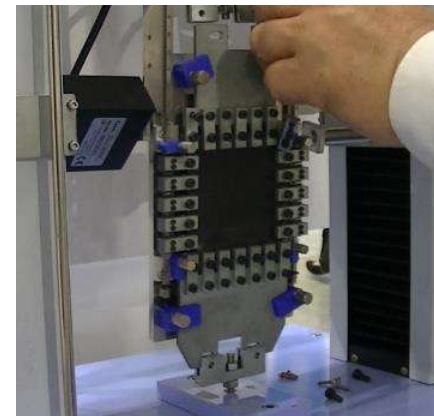
二軸試験機  
コントローラ

1材料298,000円 複数割有り/2つの試験機

※適用の構成則は、元のデータが同じならば  
Ogden、Mooney、どれを選んでも同じ精度です。

[簡易型]

試験片も小さくて済む。

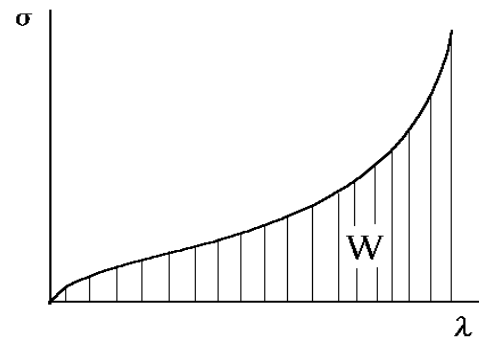
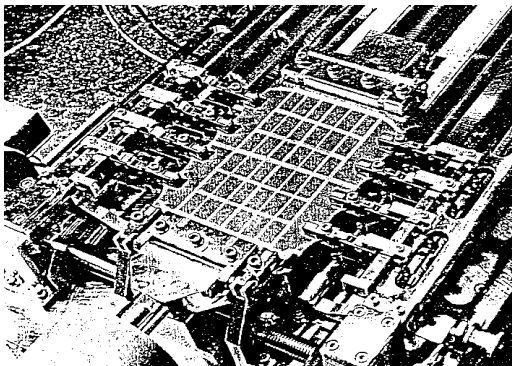


その後の適用時、解析サポートも無償で行います。

# ひずみエネルギー密度関数

基本式  $W = W(I_1, I_2, I_3)$

$$\begin{aligned} I_1 &= \lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 && \text{[対角線効果]} \\ I_2 &= \lambda_1^2 \lambda_2^2 + \lambda_2^2 \lambda_3^2 + \lambda_3^2 \lambda_1^2 && \text{[面積効果]} \\ I_3 &= \lambda_1^2 \lambda_2^2 \lambda_3^2 = 1 && \text{[体積効果]} \end{aligned}$$

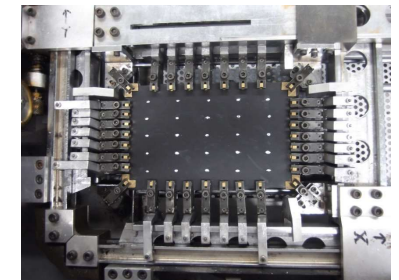
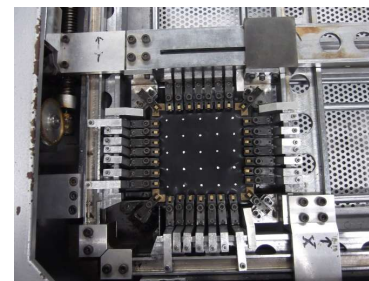


## 一軸拘二軸伸張試験

基本的にこの変形形態が解析の  
予測精度アップに有効です。  
※理由について説明します。



動画Youtube:  
一軸拘束二軸伸張



## 単軸試験



必ず単軸試験が必用です。

回帰係数とヤング率の関係

$$E = 6(C_{10} + C_{01}) = (3/2) \sum \alpha_i \mu_i$$

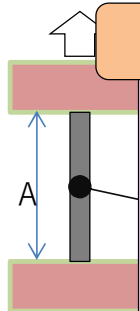
# ゴム材料の基本知識

Point: 本当のヤング率

単軸試験手順：重要ポイント

1-2-3回目単軸実測(約10×1断面)

単軸より係数を最終補正する



## 回帰係数とヤング率の関係

$$E = 6(C_{10} + C_{01}) = (3/2) \sum \alpha_i \mu_i$$

ヤング率  $E = \text{応力 } \sigma / \text{ひずみ } \epsilon$

10%伸張時で算出

たひずみ算出  
間  $A = 50 + \text{へたり} B$

ゴムではへたりの影響で難しい  
形性から10%と仮定  
、この値で短冊の解析、出力一致

へたりを考慮して10%伸張で算出、真のヤング率と同じ

ひずみエネルギー密度関数係数とヤング率の関係

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

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

本当のヤング率は1つであり、エネルギー関数との整合を採ることが必須

ご自身で測定～構築可能です。

公共試験場を利用して

老朽化に伴い更新の可能性出ています。

お問い合わせリンク

<https://terakoya2018.com/question>

**自力で** 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 -

委託測定 & 定義 298千円/材料～ **自力なら 8 材料** (40万円) 程度安価で定義できます。

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。



寺子屋/CAE解援隊

URL <https://terakoya2018.com>

連絡先 [hagi@terakoya2018.com](mailto:hagi@terakoya2018.com)

080-2230-8785

〒939-1503 富山県南砺市岩武新35-1 TEL:0763-22-2141 FAX:0763-22-4604  
[富山県産業技術研究開発センター \(pref.toyama.jp\)](http://pref.toyama.jp)

Excelのひな型で簡単に回帰できます。

ひな型ご用意、半日で習得できます。

### 1) 試験情報入力

試験装置 富山工業技術センター、生活工学研究所  
 試験方法 2軸引張試験機のつかみ具にゴムシートを固定し、引張る  
 試験内容 2軸引張試験、1軸固定1軸引張試験(Y軸固定し、X軸を引張った)  
 引張速度 1.0mm/s  
 予備引張 ①1回目 事前の予備引張等は行わず、組み付け後、即測定  
 ②1回目、2回目と同じ伸張量で3回目の身長測定を行った。  
 試験結果 引張試験結果シートに記載  
 距離[mm]はクロス間ヘッド距離の増加分を示す。  
 荷重は引張荷重[kg]  
 その他 装置引張限界は200mm。

2) このシートの色に  
入力すると他は自動計算される

X補正変位とX荷重、Y荷重の  
データをコピーして回帰シートへ数値貼り付け

【測定結果】

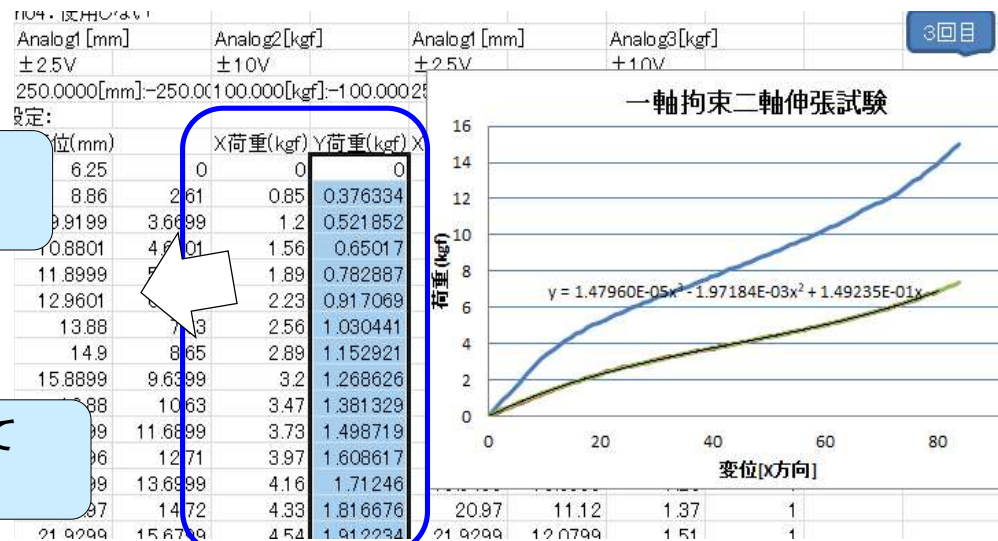
サンプル厚さ 1.2mm  
ヤング率 1.102235 N/mm2

入力 コピー

| 試験片 | 厚さ[mm] | 変位      | 荷重[kgf] | 荷重[N/mm2] | 変位X     | λ1     | σx [N/mm2] | λ1     | σy [N/mm2] |
|-----|--------|---------|---------|-----------|---------|--------|------------|--------|------------|
| 1   | 1.2    | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000    | 0.0000  | 1.0000 | 0.0000     | 1.0000 | 0.0000     |
| 2   | 1.2    | 1.0000  | 1.0000  | 0.5000    | 1.0000  | 1.0000 | 0.1307     | 1.0000 | 0.0653     |
| 3   | 1.2    | 2.0000  | 2.0000  | 1.0000    | 2.0000  | 1.0000 | 0.2613     | 1.0000 | 0.1307     |
| 4   | 1.2    | 3.0000  | 3.0000  | 1.5000    | 3.0000  | 1.0000 | 0.3919     | 1.0000 | 0.1960     |
| 5   | 1.2    | 4.0000  | 4.0000  | 2.0000    | 4.0000  | 1.0000 | 0.5227     | 1.0000 | 0.2613     |
| 6   | 1.2    | 5.0000  | 5.0000  | 2.5000    | 5.0000  | 1.0000 | 0.6533     | 1.0000 | 0.3267     |
| 7   | 1.2    | 6.0000  | 6.0000  | 3.0000    | 6.0000  | 1.0000 | 0.7840     | 1.0000 | 0.3919     |
| 8   | 1.2    | 7.0000  | 7.0000  | 3.5000    | 7.0000  | 1.0000 | 0.9146     | 1.0000 | 0.4573     |
| 9   | 1.2    | 8.0000  | 8.0000  | 4.0000    | 8.0000  | 1.0800 | 1.0453     | 1.0000 | 0.5227     |
| 10  | 1.2    | 9.0000  | 9.0000  | 4.5000    | 9.0000  | 1.0900 | 1.1760     | 1.0000 | 0.5880     |
| 11  | 1.2    | 10.0000 | 10.0000 | 5.0000    | 10.0000 | 1.1000 | 1.3067     | 1.0000 | 0.6533     |
| 12  | 1.2    | 11.0000 | 11.0000 | 5.5000    | 11.0000 | 1.1100 | 1.4373     | 1.0000 | 0.7187     |
| 13  | 1.2    | 12.0000 | 12.0000 | 6.0000    | 12.0000 | 1.1200 | 1.5680     | 1.0000 | 0.7840     |
| 14  | 1.2    | 13.0000 | 13.0000 | 6.5000    | 13.0000 | 1.1300 | 1.6987     | 1.0000 | 0.8493     |
| 15  | 1.2    | 14.0000 | 14.0000 | 7.0000    | 14.0000 | 1.1400 | 1.8293     | 1.0000 | 0.9146     |
| 16  | 1.2    | 15.0000 | 15.0000 | 7.5000    | 15.0000 | 1.1500 | 1.9600     | 1.0000 | 0.9799     |
| 17  | 1.2    | 16.0000 | 16.0000 | 8.0000    | 16.0000 | 1.1600 | 2.0907     | 1.0000 | 1.0453     |
| 18  | 1.2    | 17.0000 | 17.0000 | 8.5000    | 17.0000 | 1.1700 | 2.2213     | 1.0000 | 1.1107     |
| 19  | 1.2    | 18.0000 | 18.0000 | 9.0000    | 18.0000 | 1.1800 | 2.3520     | 1.0000 | 1.1760     |
| 20  | 1.2    | 19.0000 | 19.0000 | 9.5000    | 19.0000 | 1.1900 | 2.4827     | 1.0000 | 1.2413     |
| 21  | 1.2    | 20.0000 | 20.0000 | 10.0000   | 20.0000 | 1.2000 | 2.6133     | 1.0000 | 1.3067     |

3) 応力計算を行うため  
シート厚みを入力する

4) 試験結果をコピーして  
値のみ張り付ける。



ひな型を使うことで理論通りに順番に回帰分析できます。

お問い合わせ先

**寺子屋** 問合せ <https://terakoya2018.com/question>

<https://terakoya2018.com/>

TEL : 080-2230-8785

MAIL : hagi@terakoya2018.com