

剛性の高い材料もゴムの試験機で測定可能

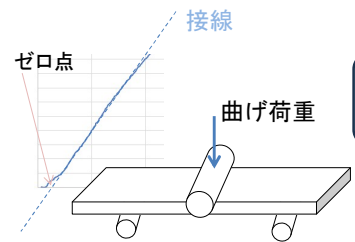
材料定義の方法

直接伸張による定義方法



伸張用JISダンベル

伸張方法による誤差



なぜ、丸棒
治具を使うか？

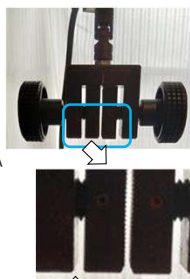
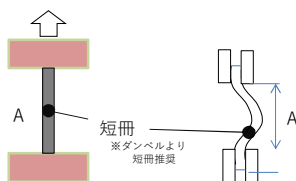
片当たりによる
測定誤差を避けるため

片当たりの補正が**必須**

ゴムの試験機で十分金属のヤング率が想定可能。解析で表現して形状依存性を取り除く。

ゲルなど非常に柔らかい材料の定義

単軸試験手順：重要ポイント



ゲルや
柔らかい材料の測定



心太(ところてん)の測定

柔らかくチャックでちぎれる

測定方法



必用桁数の電子天秤

アマゾン等で
数千円で入手



上から数値が両方見える位置



心太(ところてん)



巻きつけor半紙と
針金で止められる



本当の剛性は1材料に1つ

ヤング率 E = せん断弾性率 $G \times 3$ の関係があり、また、エネルギー密度関数とも関係が明確である。

※ヤング率 $E = 2(1 + \nu)$ より、

1つの材料は、表現は異なっても剛性（例えばヤング率）は1つです。エネルギー密度の I_1 、 I_2 微分から

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

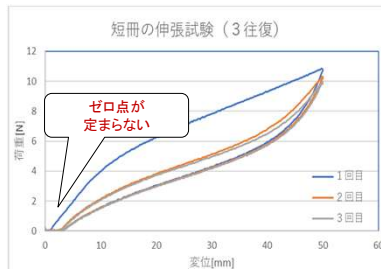
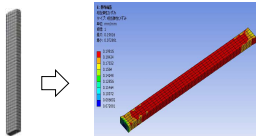
$$E = \lim_{I_1, I_2 \rightarrow 3} 6(\partial W / \partial I_1 + \partial W / \partial I_2) = 6 \times (C_{10} + C_{01})$$

Ogden係数では、

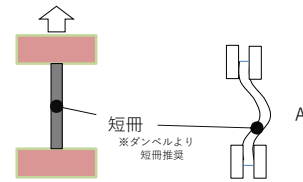
$$E = (3/2) \sum \alpha_i \cdot \mu_i \quad \text{である。}$$



短冊の伸張試験



単軸試験手順：重要ポイント



では、本当の、真のヤング率とは・・・、測定できているのか

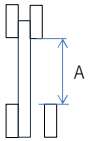
丁寧にセットしても、へたりが発生
試験片が厚いと、まっすぐセットされ圧縮が発生する。

ゴム材料の測定について

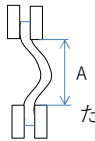
Point: 本当のヤング率

短冊測定

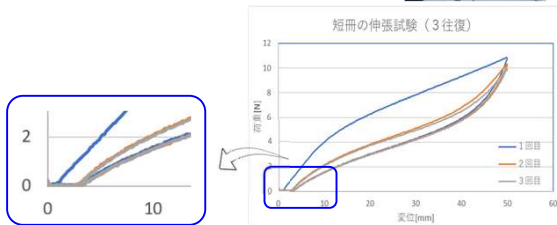
上からチャック



下をチャック



たるみ発生



きれいにゼロ点から始まり
測定できるとは限らない

へたりに
負の反力検出



ゼロ点



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

10%伸張時で算出

Point: へたりを考慮したひずみ算出

= 変位 / (チャック間 $A = 50 + \text{へたり} B$)

10%で算出、証明は簡単です。

解析で入力と出力ヤング率が同じになればいい。

※10%算出の意味

鉄の微小変形1%、ゴムではへたりの影響で難しい
100%等では非線形性から10%と仮定

⇒ 10%として算出、この値で短冊の解析、出力一致



金属伸張用JISダンベル

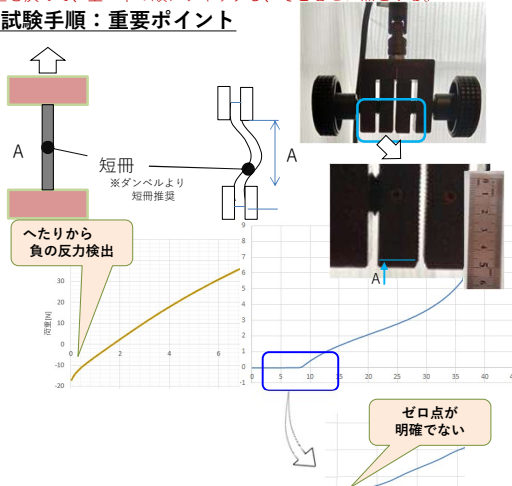
金属ではセットして、このへたり等考慮しなくてもよい。
ゴムについてはへたりを考慮して定義が必須。

残念ながらどんなサンプルでも真のヤング率になるとは・・・

※注意事項 伸張速度は60mm/分程度（記録） インターバル次ページ同様

- 1) 測定前の断面積（幅、厚みを上中下3か所測定、最低限0.05mm単位）
- 2) A寸法は5.0mm（or 4.0mm）として、取付治具のテーパ等がある場合根元までの寸法。（金尺での測定で十分）
- 3) 初期位置を決めて、上⇒下の順にチャックし、そこをゼロ点とする。

単軸試験手順：重要ポイント

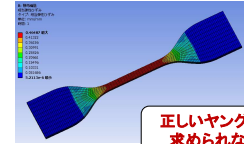


ヤング率 $E = \text{応力 } \sigma / \text{ひずみ } \varepsilon$

・・・どんな試験でも同じになるとは限らない

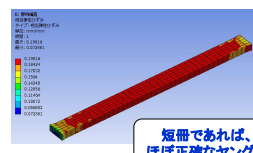
ひずみ $\varepsilon = \text{変位} / \text{チャック間距離}$
 応力 $\sigma = \text{荷重} / \text{断面積}$

ダンベル



正しいヤング率は
求められない。

短冊



短冊であれば、
ほぼ正確なヤング率

試験片に依存