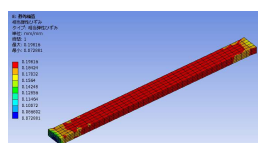


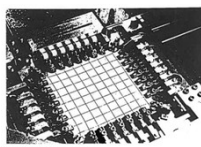
解析モデル提供 -短冊 & 二軸伸張-

解析用BDF、MARC-DAT、ABAQUS-INPファイル提供します。



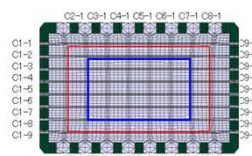
短冊モデル

tan2015plastic.bdf
 tan2015plastic.inp
 tan2015plastic-abaqus.inp



ゴムの二軸伸張

biaxal_seat2015plastic.bdf
 biaxal_seat2015plastic.inp
 biaxal_seat2015plastic-abaqus.inp



2026. 1. 2. 寺子屋 萩本

従来の二軸試験機

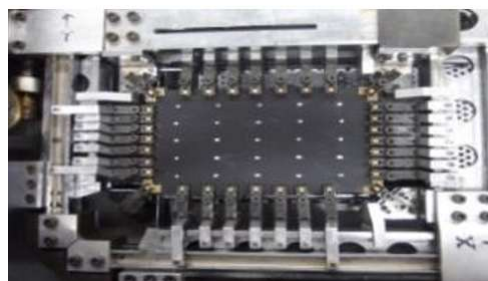


二軸試験機
コントローラ

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



サンプル取付部



サンプル取り付け部

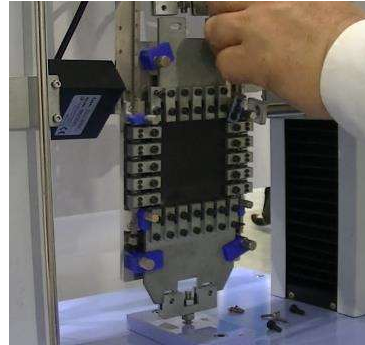
従来の試験機は、横置き型・大型 非常に高価
800～1,000万円 定価ベース

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。

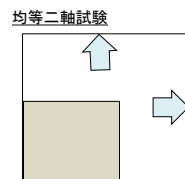
従来型に比べて、安価な製作費でできます。（4分の1程度製作費）
一軸拘束二軸伸張試験専用（変形状態3ページ）です。
製品の解析には、最も適した変形状態から解析データを構築します。

© 2022 Terakoya All Rights Reserved.

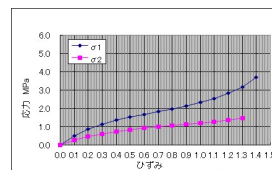
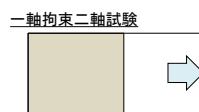
3

一軸拘束二軸伸張試験では2本の特性データが必須？

均等二軸試験であれば、2方向同じ
ひずみvs反力となり1本の特性



一軸拘束二軸伸張試験では、2方向の反力が異なる。



2方向の特性から

$$\frac{\partial W(I_1, I_2)}{\partial I_1} = \frac{1}{2(\lambda_1^2 - \lambda_2^2)} \left[\frac{\lambda_1^3 \sigma_1}{\lambda_1^2 - (\lambda_1 \lambda_2)^{-2}} - \frac{\lambda_2^3 \sigma_2}{\lambda_2^2 - (\lambda_1 \lambda_2)^{-2}} \right]$$

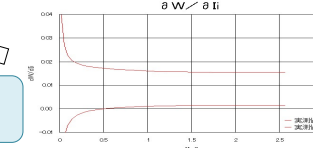
それぞれの微分線図から各係数を回帰で求める。

$$\begin{aligned} \partial W / \partial I_1 &= C_{10} + C_{11} (I_2 - 3) \\ &\quad + 2C_{20} (I_1 - 3) + 3C_{30} (I_1 - 3)^2 \end{aligned}$$

$$\partial W / \partial I_2 = C_{01} + C_{11} (I_1 - 3)$$

$$\frac{\partial W(I_1, I_2)}{\partial I_2} = \frac{1}{2(\lambda_1^2 - \lambda_2^2)} \left[\frac{\lambda_1 \sigma_1}{\lambda_1^2 - (\lambda_1 \lambda_2)^{-2}} - \frac{\lambda_2 \sigma_2}{\lambda_2^2 - (\lambda_1 \lambda_2)^{-2}} \right]$$

エネルギーの微分値が得られ



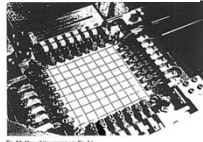
2本の応力ひずみ（伸張比）線図が無いと、すべての係数が
特定できない。直接エネルギーWかも求められない。

© 2022 Terakoya All Rights Reserved.

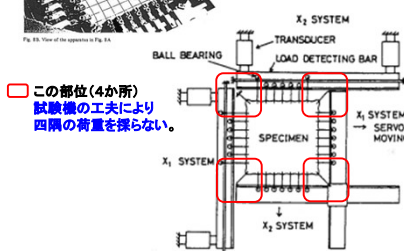
4

先人の知恵により四隅の荷重は除くこと、周知の事

従来の二軸試験による伸張



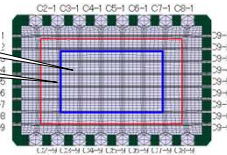
二軸試験機原理



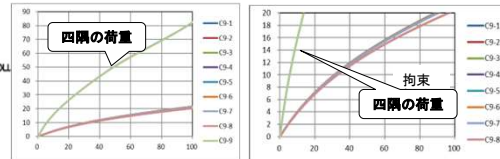
この部位(4か所)
試験機の工夫により
四隅の荷重を採らない。

シート伸張とチャック位置

文献上の有効断
ひずみもほぼ均一
この範囲の荷重も
均一だが、念のため
チャック1つ分外す。



それぞれチャック(C1-1～C9-9)までの荷重をグラフ化する。



四隅の荷重は、他のチャック荷重と大きく違う。平均すると...

四隅のチャックの荷重はほかのチャック部よりはスかに大きいため、一緒に平均するとおかしいことに。
京都大・川端先生の文献でもこの範囲を採荷しない工夫がされている。

まとめ

解析予測が実測とあ合わない3つの原因

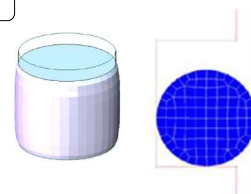
1. 正確な正しいヤング率定義 (ヤング率/6=C10 ネオフック)

2. 寸法公差

寸法公差は精度の投球があり 1～3 級があります。

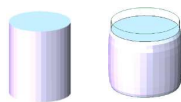
寸法	公差・1 級	2 級	3 級[単位: mm]
3 mm 以下	± 0. 2	± 0. 3	± 0. 4
3 ～ 6 mm	± 0. 2	± 0. 4	± 0. 5

一般的には2級を採用、Oリングなど直径3mm以下の製品は10%程度差があり、面積では20%。
反力は20%差がみられる。



3. 硬度差

剛性と硬度の関係

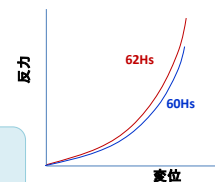


ディスク変形

例えば60Hs 必ずしも60Hsとは限りません。
62Hs のときも「あります」。

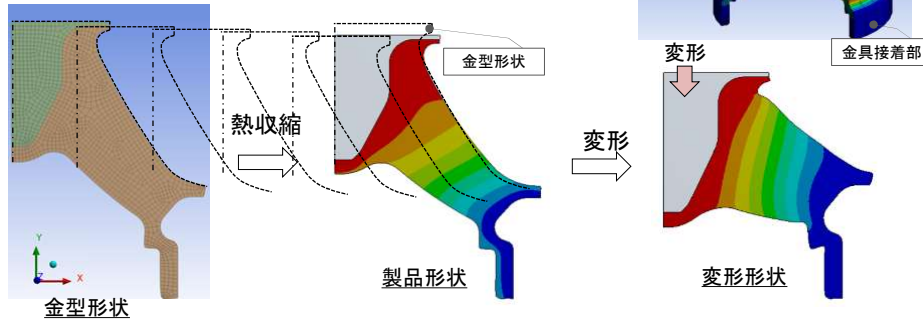
1Hs 5%の差になり、一般的には
±2or3Hs(±10～15%)の幅を持ちます。

ゴムは寸法公差、硬度(中心±3Hsなど)差が大きい。
解析が合っていないと考えることも多い。⇒実際は合っている。



ゴムのFEM解析 基本フロー

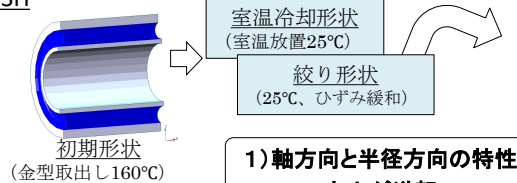
ゴム単製品は、そのまま変形解析を行えばいいですが、
金具接着タイプは、熱収縮解析が必須と考えます。



製品の加工工程を考慮することは、ゴム製品のみではなくすべての製品に当てはまります。
金型形状 ⇒ (熱履歴)熱収縮 ⇒ 変形解析 の手順を守ること、
 解析による**予測精度を格段に向上**させることができます。

ゴム製品の解析では、

BUSH

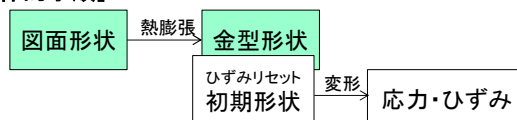


1) 軸方向と半径方向の特性
 大小が逆転

2) 材料定義では補正できない

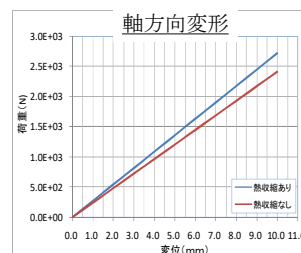
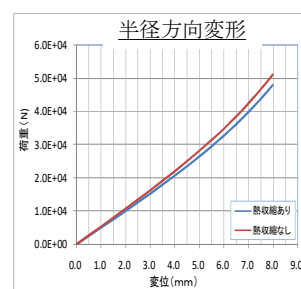
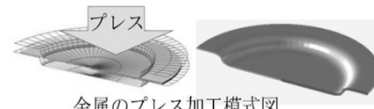
軸方向+5%補正、
 半径方向はよりかい離が激しくなる。

[具体的手順]



金型形状を初期形状として、熱収縮から
 変形解析への熱-応力連成解析とすることが基本。

精度が格段に向上



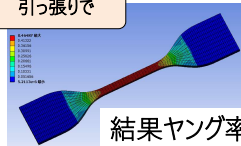
ヤング率の課題

ヤング率 1.0 の材料で伸張試験

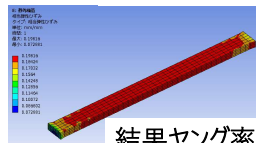
伸張変位 \Rightarrow ひずみ、荷重/断面積 \Rightarrow 応力 ヤング率 = 応力/ひずみ

実測でも解析でも同じになるはず

引っ張りで



結果ヤング率1.27
(見かけ上1.27倍)



結果ヤング率0.98
(見かけ上0.98倍)

圧縮で

$\Phi 18 \times h 26 \text{ mm}^3$

$E=0.79 \text{ N/mm}^2$

$\Phi 29 \times h 12.7 \text{ mm}^3$

$E=1.19 \text{ N/mm}^2$

$\Phi 40 \times h 15 \text{ mm}^3$

$E=1.16 \text{ N/mm}^2$

$\Phi 10 \times h 10 \text{ mm}^3$

$E=0.95 \text{ N/mm}^2$

短冊が真のヤング率 \equiv 見かけ上のヤング率 短冊が使える

材料定義をご自身で修得すれば後は試験場使用料のみ

お問い合わせリンク
<https://terakoya2018.com/question>

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。

1名(1材料):30万円 1名追加+5万円 1材料+3万円/税別 講習・回帰指導
引き続き、測定可(3材料目~測定再開) この時点で、寺子屋 撤収します。

費用: 1名30万円、1名追加+5万円、1材料+3万円/税別 お弁当をご用意or近くの美味しいラーメン屋ご案内。

寺子屋/CAE解援隊
URL <https://terakoya2018.com>

連絡先 hagiterakoya2018.com
080-2230-8785

富山県 産業技術研究開発センター

お問い合わせリンク
<https://terakoya2018.com/question>

富山県産業技術研究開発センター (pref.toyama.jp)

ホーム > 概要 > 組織・研究開発 > 生活工学研究所

概要・沿革 組織・研究開発 交通案内

生活工学研究所

「衣」、「住」、「遊」といった人間生活に関係する産業製品の開発や生産を支援するための研究指導を行っています。特に、感覚、生理あるいは動作等人間特性の計測評価をとおして人間適合型の生活関連製品の開発、生産を促進するための研究に重点を置いています。

〒939-1503 富山県南砺市前武部35-1 TEL:0763-22-2141 FAX:0763-22-4604

- プログラム(案) -

お客様ごとに設定

1. 単軸試験実習及び二軸試験実習 - 回帰及び測定手順書事前配布 -

1-1 単軸試験: 二軸試験をより正確に定義するため、補正用に使います。・・・10:00～10:45

同じ材料は、見方や定義方法は異なっても剛性(真のヤング率)は1つです。

ヤング率 $E = 6(C_{10} + C_{01}) = (3/2) \sum \alpha_i \mu_i$ の関係があります。

※ C_{10} 、 C_{01} : Mooney定義係数、 α_i 、 μ_i : Ogden定義係数

1-2 二軸試験: 一軸拘束二軸伸張試験、均等二軸は不要ですので実施しません。・・・11:00～12:00 材料2種類まで
(↑)P*に説明資料

2. 座学

・・・休憩と10分程度説明

2-1. 短冊、ダンベルでの単軸伸張試験の注意点

2-2. 見かけ上のヤング率についてと単軸試験から二軸係数の補正について

2-3. 二軸理論と製品適用範囲

均等二軸試験の必要性和エネルギー関数定義の適用範囲と勘違いについて

※ご希望で、ゴム製造メーカーへ様の上手な問い合わせ方法も提案します。

3. 単軸及び二軸試験のまとめ

・・・12:15～13:30

昼食休憩

4. 引き続き、測定可(3材料目～測定再開)

この時点で、寺子屋 撤収します。

費用: 1名30万円、1名追加+5万円、1材料+3万円/税別 お弁当をご用意or近くの美味しいラーメン屋ご案内。

試験の合間に

最寄り駅-福野 ラーメン慎太
海老ワントン塩そば



金沢でGoGoカレー



金沢 8番らーめん

