

成功報酬制導入 -成果なければ報酬無し

これからゴムのFEM解析を始める管理者必見

すでに8社様無償サポートで立ち上げ成功

線形～ゴムの大変形接触FEM解析まで **無償診断実施中**メールで解決できれば無料、web会議も可能
(解析立ち上げまで無料で済んだ会社様も)機密保持契約を前提として**お困り事象診断、解決までお手伝いします**

解析予測精度の向上

勿論、測定からの定義も承ります
Mooney、Ogden・・・

解析用材料診断・無料ゴム材料データ提供

解析方法見直し～効率化指導

2026. 8. 14. 寺子屋 萩本

寺子屋/CAE解援隊

URL <https://terakoya2018.com>連絡先 ragi@terakoya2018.com
080-2230-8785**- 2016年独立からのコンサルタント業務 -**

2016.5.

2020.9

2024.9

2026.4

起業

中国地域 土木・建築関係ゴムメーカー様

2017.8.

2018.8.

2019.8.

※6か月1期として、現在20期目継続中

関西地域
ゴムキャスト
メーカー様関東地域
ゴムホース
メーカー様北陸地域
家電ゴム
メーカー様中部地域
デンソー
メーカー様ベン
チャー
企業化学メー
カー
解析指導九州・ゴム
メーカー様中部地域
土木関係ゴム
メーカー様関東地域
建機
メーカー様中部地域
生活製品M様関東防振
部品関東防振
部品関西防振
部品中部地域
デンソー関係ゴム
メーカー様関東地域
建築工具
メーカー様中部地域
生活製品M様関東防振
部品

関東防振部品

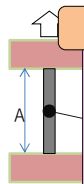
関東地域
建機
メーカー様2関東地域
ゴムホース
メーカー様東北車
載部品関東地域
建機メーカー様関東防振
メーカー様海外
2社中部地域
寝具・生活用品T様中部地域
寝具・生活用品M様48社様の解析及び効率化コンサルタント
102件ゴムシートの二軸測定から回帰受託試験
2016-2019年山形大学客員研究員（学生指導）ムラタソフト様へ
材料提供（継続）他、メールベースでのコンサルティング業務上記以外

※オンサイト講習会 18社様/web多数

ゴム材料の基本知識

Point: 本当のヤング率/正しい剛性、定義してますか？

単軸試験手順：重要ポイント



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

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

正しい剛性を定義すれば無敵です。

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

© 2022 Terakoya All Rights Reserved.

5

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

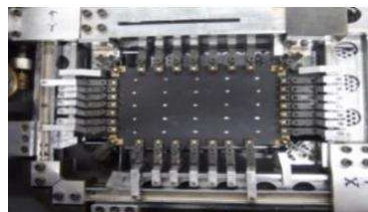
$$W = C_{10}(I_1 - 3) + C_{01}(I_2 - 3) + C_{11}(I_1 - 3)(I_2 - 3) + C_{20}(I_2 - 3)^2 + C_{30}(I_2 - 3)^3$$

Ogden定義も可能です。

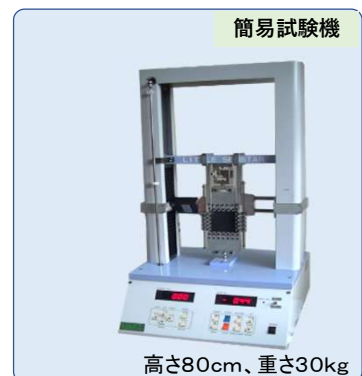


現地（富山）の二軸試験機

- ・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



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。

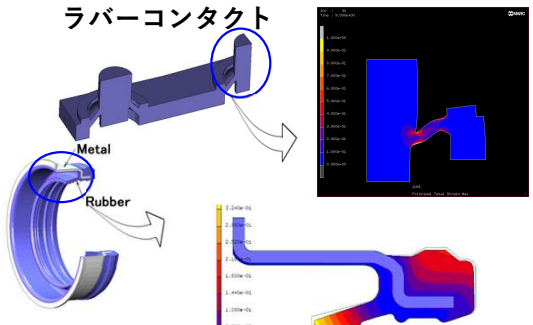
1日で修得も可能です。二軸伸張試験からエネルギー密度関数回帰/富山or東京近郊

6

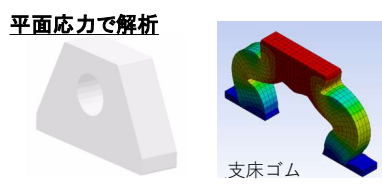
適切な要素を定義できていますか？

軸対称・平面応力・平面ひずみ-正しく理解してますか？

ラバーコンタクト



平面応力で解析



支床ゴム

断面積に対して奥行き小さい特徴)厚み方向のひずみが計算変形に対する荷重が小さく、適切

平面ひずみで解析

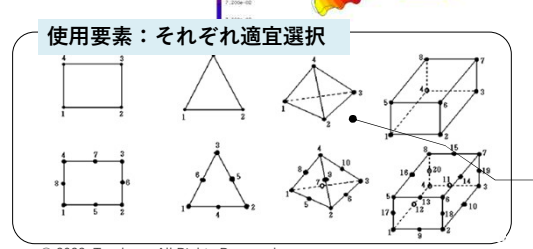


線路(レール)

断面の数十倍の長さがある特徴)厚み方向のひずみ/応力ゼロ 反力が大きくなる。

反力予測に重要な要素

使用要素：それぞれ適宜選択



閉目能力と平面ひずみ 結果は違います

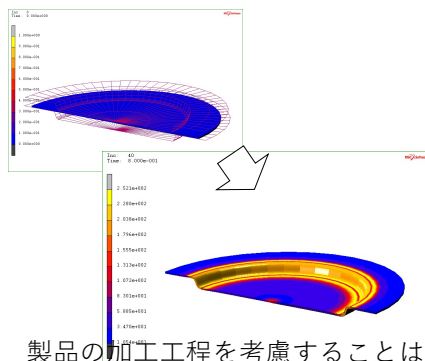
基本ですが4面体(テトラ) 1次要素は注意が必要です。

© 2022 Terakoya All Rights Reserved.

ゴムの解析は、金属同様加工工程の考慮が必用です。

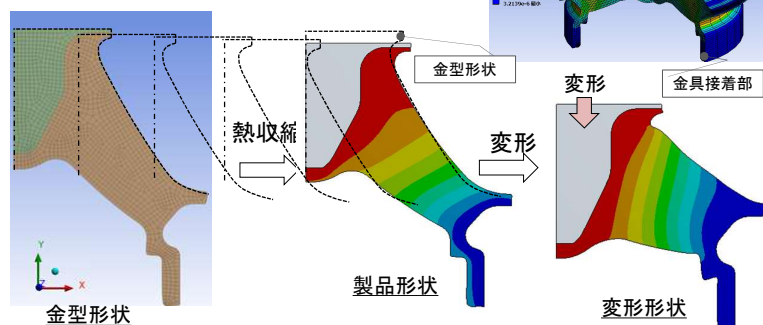
製品の履歴を考える

板の塑性解析



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あてはまります。

ゴムのFEM解析 基本フロー

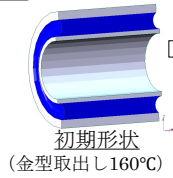


金型形状 ⇒ (熱履歴) 熱収縮 ⇒ 変形解析 の手順を守って、

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



室温冷却形状
(室温放置25°C)

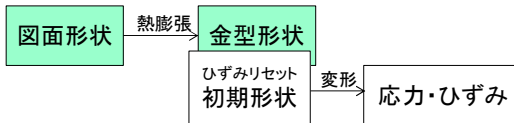
絞り形状
(25°C、ひずみ緩和)

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

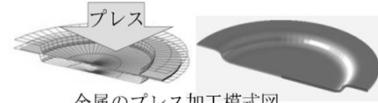
軸方向+5%補正、
半径方向はよりかい離が激しくなる。

[具体的手順]

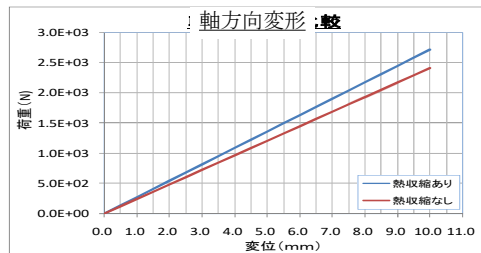
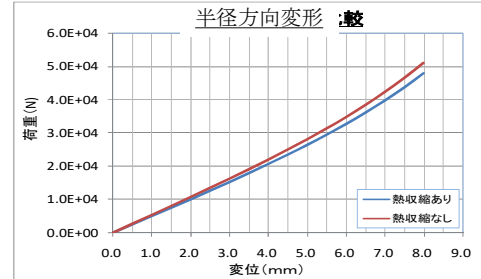


金型形状を初期形状として、熱収縮から
変形解析への熱-応力連成解析とすることが基本。

精度が格段に向上

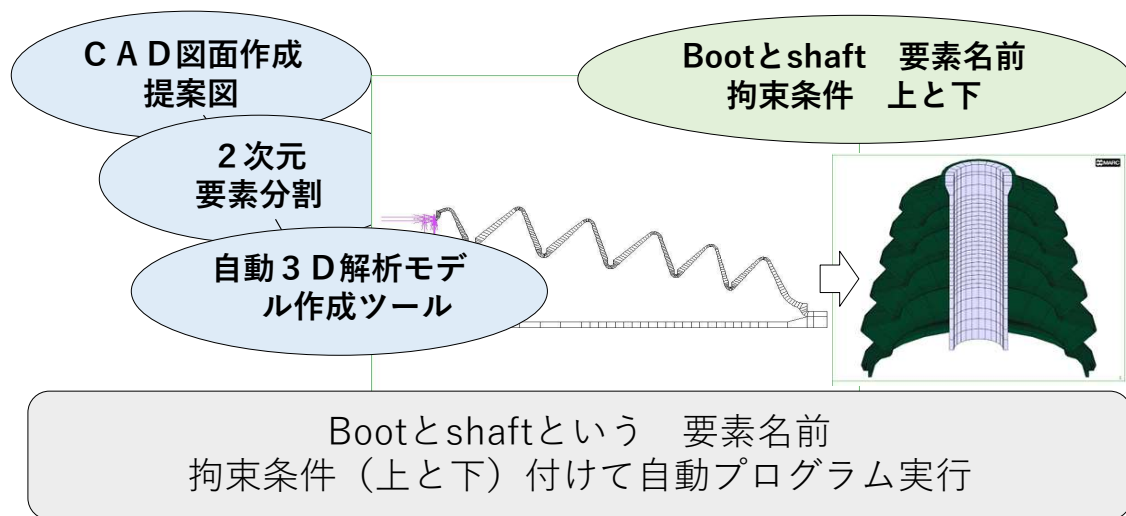


金属のプレス加工模式図

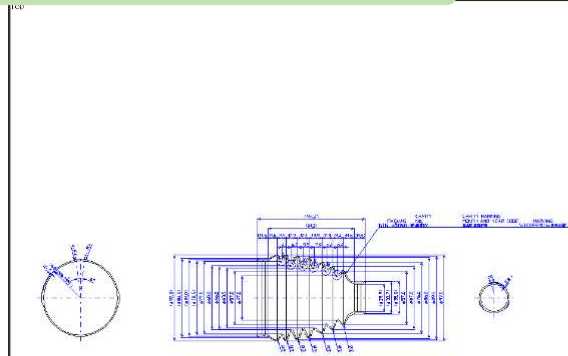


9

F E M解析の自動化の流れ



CADの自動化例：等速ジョイントブーツ



2分で寸法入り作図可能

初心者でもミスなく同じ工数

1 形状45分（作図） → 2分（95%工数削減）
慣れると1分以内

図面図	作業	時間
1	作図	2分
2	寸法	2分
3	寸法	2分
4	寸法	2分
5	寸法	2分
6	寸法	2分
7	寸法	2分
8	寸法	2分
9	寸法	2分
10	寸法	2分
11	寸法	2分
12	寸法	2分
13	寸法	2分
14	寸法	2分
15	寸法	2分
16	寸法	2分
17	寸法	2分
18	寸法	2分
19	寸法	2分
20	寸法	2分
21	寸法	2分
22	寸法	2分
23	寸法	2分
24	寸法	2分
25	寸法	2分
26	寸法	2分
27	寸法	2分
28	寸法	2分
29	寸法	2分
30	寸法	2分
31	寸法	2分
32	寸法	2分
33	寸法	2分
34	寸法	2分
35	寸法	2分
36	寸法	2分
37	寸法	2分
38	寸法	2分
39	寸法	2分
40	寸法	2分
41	寸法	2分
42	寸法	2分
43	寸法	2分
44	寸法	2分
45	寸法	2分
46	寸法	2分
47	寸法	2分
48	寸法	2分
49	寸法	2分
50	寸法	2分
51	寸法	2分
52	寸法	2分
53	寸法	2分
54	寸法	2分
55	寸法	2分
56	寸法	2分
57	寸法	2分
58	寸法	2分
59	寸法	2分
60	寸法	2分
61	寸法	2分
62	寸法	2分
63	寸法	2分
64	寸法	2分
65	寸法	2分
66	寸法	2分
67	寸法	2分
68	寸法	2分
69	寸法	2分
70	寸法	2分
71	寸法	2分
72	寸法	2分
73	寸法	2分
74	寸法	2分
75	寸法	2分
76	寸法	2分
77	寸法	2分
78	寸法	2分
79	寸法	2分
80	寸法	2分
81	寸法	2分
82	寸法	2分
83	寸法	2分
84	寸法	2分
85	寸法	2分
86	寸法	2分
87	寸法	2分
88	寸法	2分
89	寸法	2分
90	寸法	2分
91	寸法	2分
92	寸法	2分
93	寸法	2分
94	寸法	2分
95	寸法	2分
96	寸法	2分
97	寸法	2分
98	寸法	2分
99	寸法	2分
100	寸法	2分

11

ソフトをお借りして検証する、皆さんの知らない事

M A R C解析を公共機関で修得しませんか

だれでもできる解析・C A Dの自動化/効率化
これとの組み合わせで1日で修得可能です。

20名程度、
1時間程度の実習で修得しています。

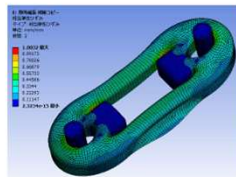
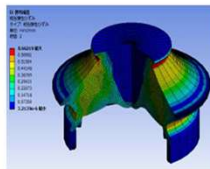
問合せはこちらから
<https://terakoya2018.com/question>

寺子屋/CAE解援隊

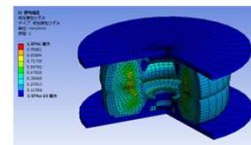
連絡先 hagi@terakoya2018.com

兵庫県工業技術センターでMARC習得しませんか

1日で基本修得でき、その後電話サポートなど。試験場使用料込み20万円～

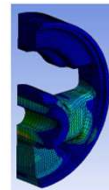
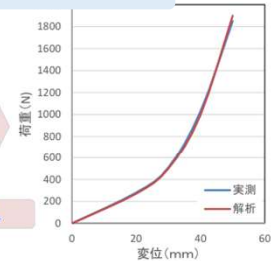


クッションラバーの変形解析



二軸を修得すれば無敵です。

材料診断も実施



ターゲットを絞り自動化システム構築します。
エンジンマウント、Oリングなど
30分1モデル解析実行可能と・・・

自動化、CAD機能の自動描画も可能です。

1日でFEM/MARC-ゴム製品の解析を修得 –タイムスケジュール

週末を利用して、神戸・秋田でMARCを1日で修得しませんか。講習後は、バックアップ万全です。

開発・設計業務にゴムのCAEを効果的に活用するため基礎理論とFEM解析技術を展開

理論、実習面

1. 解析の基礎 理論及び実習

- 1) メッシュの作成からモデル化：平面ひずみ、平面応力、軸対称要素の説明と解析
- 2) メッシングの基本実践と理論：ご要望により調整、解析モデル持ち込み可
メッシュ作成の基本から解析まで簡単なモデル、若しくはお持ち込みモデルでの解析
- 3) 解析結果の見方：ひずみ、応力、荷重たわみ特性、面圧、その他
ゴムの基本として応力評価してはいけない/理論説明含めて

2. 解析応用 2D～3次元への展開

- 1) モデリング手法/拡張
- 2) 解析条件設定
- 3) 結果の見方と結果を簡単に出力する仕組み
- 2) 解析の自動化～CAD自動化への展開
- 3) 熱膨張及び収縮解析

ここまでAM/実習中心・理論は補助

3. 解析の便利機能

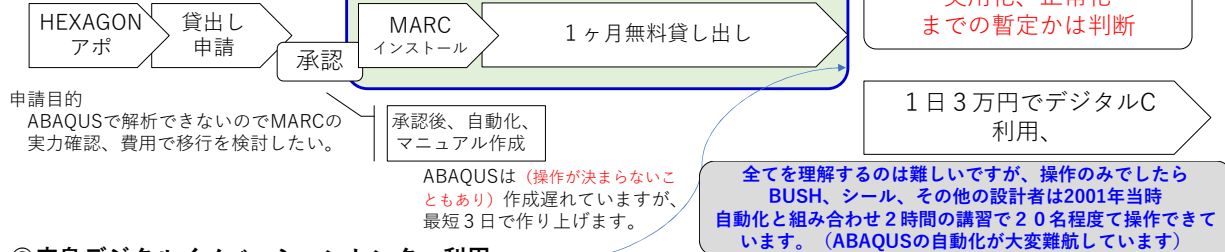
- 1) スムージング解析（回転体など）
- 2) ブーミング解析：局所の詳細解析への展開
- 3) 線形解析でも陥りやすいポイント、改善方法

※理論：ゴムのFE解析[書籍]プレゼント、詳細の説明あり。また、オペレーションのみではなく、順次、解析の基礎及び注意すべきポイント、ゴムの解析用材料データの構築について説明。

導入検討・即開発適用、30万円＋税ですぐに2次元（平面、軸対称）から3次元展開まで使えるようになります。

MARC導入計画

◎MARC暫定（無料貸し出し）利用



◎広島デジタルイノベーションセンター利用

一般的3D防振ゴム（インサート金具）やブーツも2時間程度で解析できています。
1日あれば、5、6モデルの解析と結果がえられます。

入れ替えの場合は、長期では節約になると思います。

MARC導入費用は200～1200万円になります。最新版は不明ですが、定価の15%が毎年の保守費用として年々発生します。また、メッシャーがありませんので別途メッシャーを確保する必要があります。

<m()m>新人教育・解析実用化、なんでもサポートします。 オンサイト講習会から立ち上げ、実用化お任せください。 <m()m>

寺子屋 サポート一覧 -ノウハウまでお届け、自立を支援する会社です-

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

測定・計測

密度、ヤング率～ゴム非線形材料まで何でも
ところてん(心太)のような柔らかいゲルから金属まで定義

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。

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から何でもご相談ください。