

解析でできること

ゴムの関連解析について、導入後の実用化でできることの概要をまとめてみました。

1. 金属の線形解析 変形、応力解析
2. 樹脂製品の変形解析
3. ゴムの変形、固有値解析（接触なし）
4. ゴムの変形、固有値解析（接触あり）
5. 製品成型に関する解析
6. ヒステリシス、動的解析
7. 耐久性予測
8. 解析技術

2024. 10. 21 寺子屋 萩本

解析でできること/サポート可能な内容

ゴムの関連解析について、導入後の実用化でできること

I 線形解析でも注意が必要

線形解析の拘束条件の危うさ

- II ゴム、樹脂の基本解析
- III ゴムの成型に関する解析
- IV 動的、粘弾性
クリープも別定義不要、粘弾性解析でできること
- V ゴムの耐久性検討
- VI 解析技術
- VII 予測精度と勘違い
- VIII スポンジゴム/発泡材料への展開
- IX 効率化、自動化

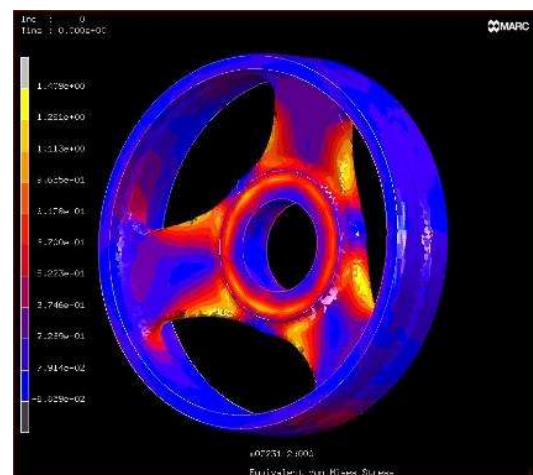
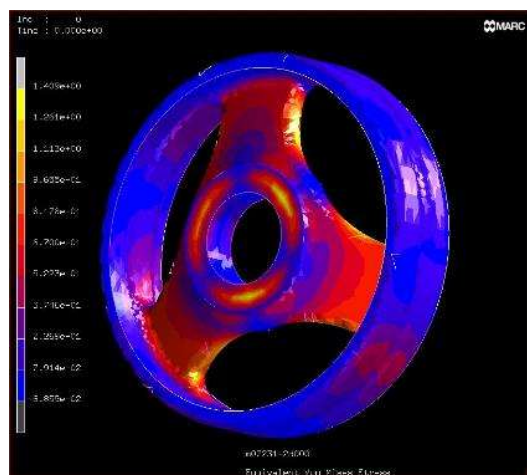
解析でできること

ゴムの関連解析について、導入後の実用化でできることの概要をまとめてみました。

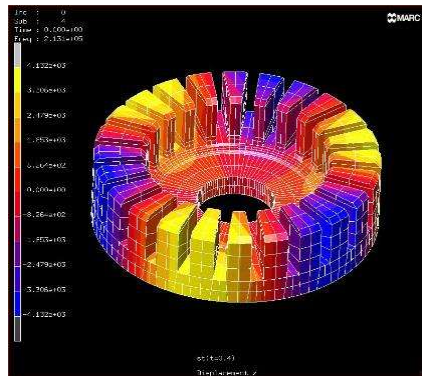
1. 金属の線形解析 変形、応力解析
2. 樹脂製品の変形解析
3. ゴムの変形、固有値解析（接触なし）
4. ゴムの変形、固有値解析（接触あり）
5. 製品成型に関する解析
6. ヒステリシス、動的解析
7. 耐久性予測
8. 解析技術

2024. 10. 21 寺子屋 萩本

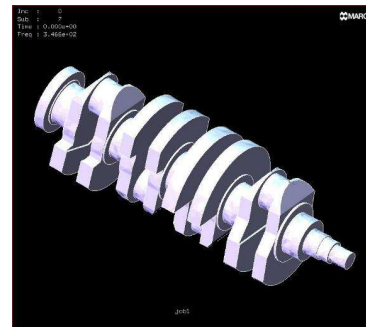
P D用ハブの応力解析



超音波モーター用部品（セラミック）の 固有値解析



クランクシャフトの固有値解析



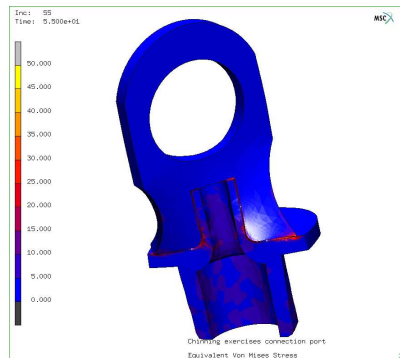
解析でできること

ゴムの関連解析について、導入後の実用化のできることの概要をまとめてみました。

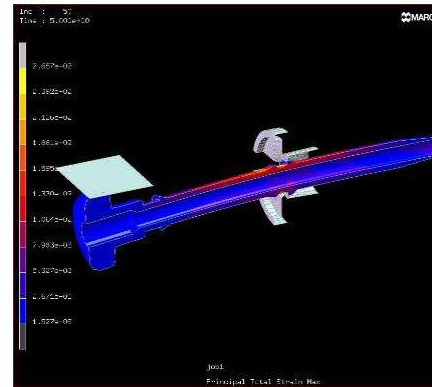
1. 金属の線形解析 変形、応力解析
2. 樹脂製品の変形解析
3. ゴムの変形、固有値解析（接触なし）
4. ゴムの変形、固有値解析（接触あり）
5. 製品成型に関する解析
6. ヒステリシス、動的解析
7. 耐久性予測
8. 解析技術

2024.10.21 寺子屋 萩本

樹脂製品のねじ切り限界



医療用針の応力解析



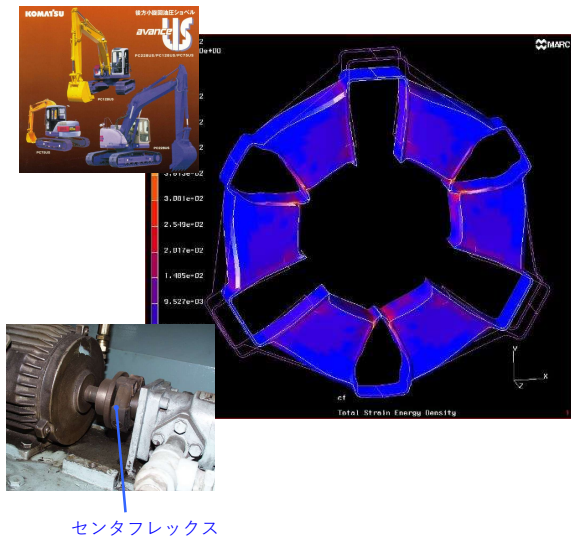
解析でできること

ゴムの関連解析について、導入後の実用化のできることの概要をまとめてみました。

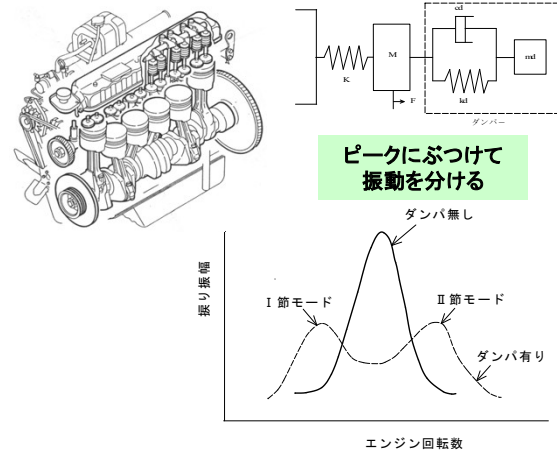
1. 金属の線形解析 変形、応力解析
2. 樹脂製品の変形解析
3. ゴムの変形、固有値解析（接触なし）
4. ゴムの変形、固有値解析（接触あり）
5. 製品成型に関する解析
6. ヒステリシス、動的解析
7. 耐久性予測
8. 解析技術

2024. 10. 21 寺子屋 萩本

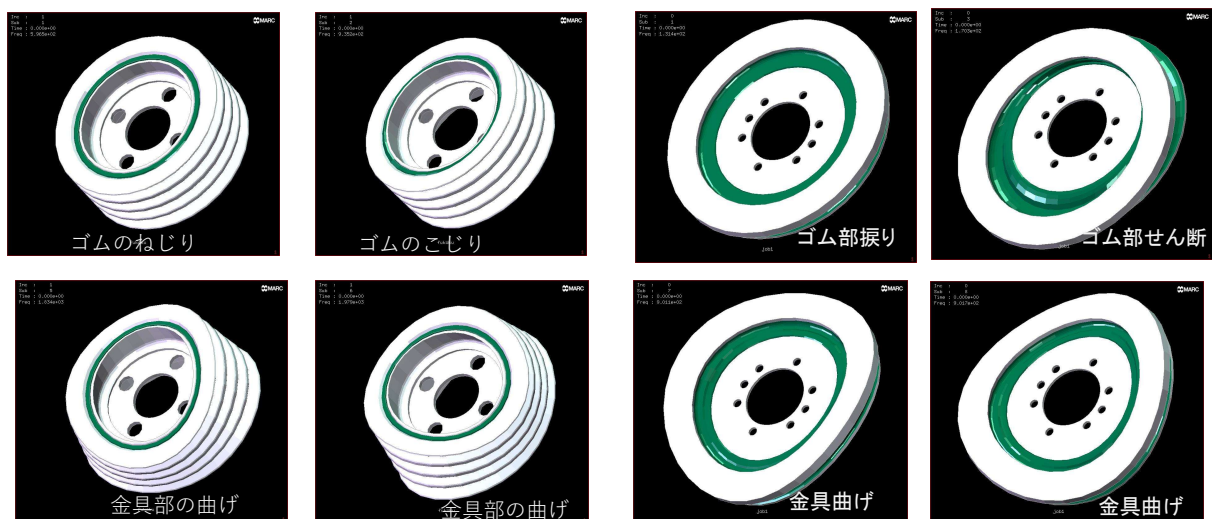
C F カップリングの変形解析



・ラバードンパー型防振



P Dの固有値解析 (ゴムと金属)

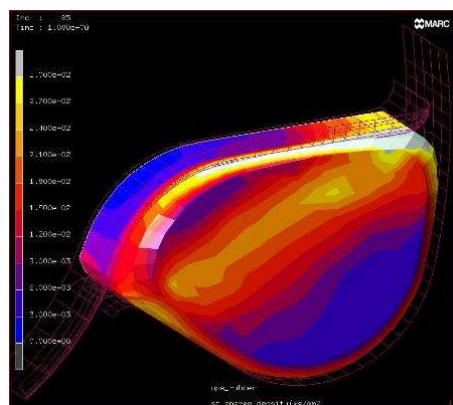


【建設機械用防振ゴム部品】

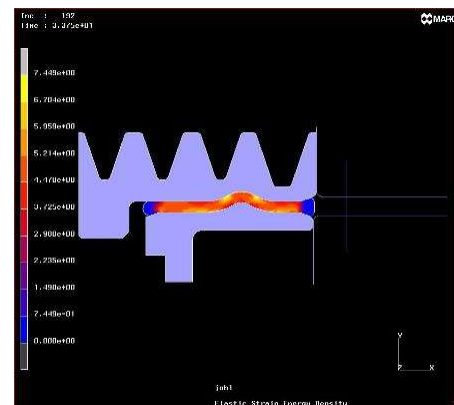


現行商品(建設機械)

建機用カップリングの変形解析

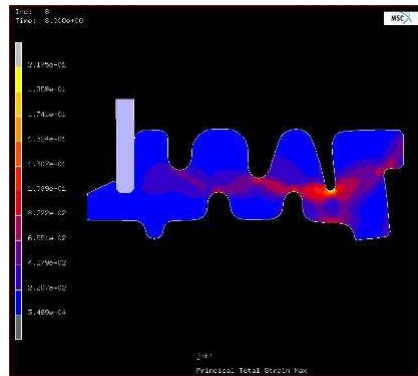


P D圧入工程の解析

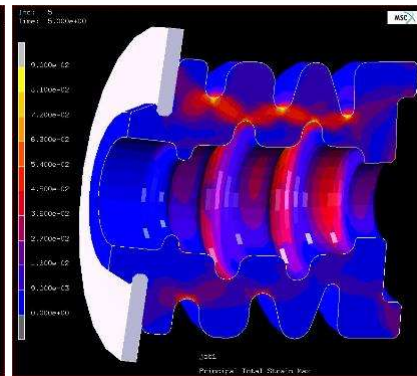


クッション

・軸方向



・ねじり方向



解析でできること

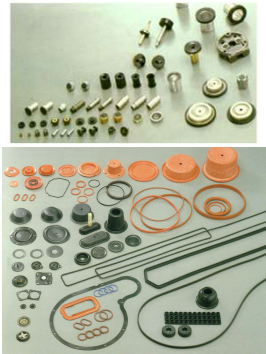
ゴムの関連解析について、導入後の実用化でできることの概要をまとめてみました。

1. 金属の線形解析 変形、応力解析
2. 樹脂製品の変形解析
3. ゴムの変形、固有値解析（接触なし）
4. ゴムの変形、固有値解析（接触あり）
5. 製品成型に関する解析
6. ヒステリシス、動的解析
7. 耐久性予測
8. 解析技術

2024.10.21 寺子屋 萩本

自動車用ゴム部品(6)

バルブ・精密機能部品



電磁弁、リリーフバルブ、各種アクチュエータ、ターボチャージャーのウェストゲート等の精密機能部品。

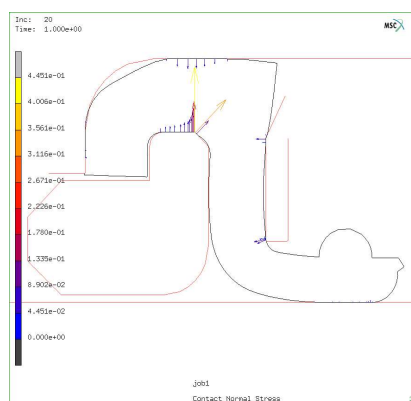
特殊な使用環境に対応

超高温での耐熱性

耐薬品性

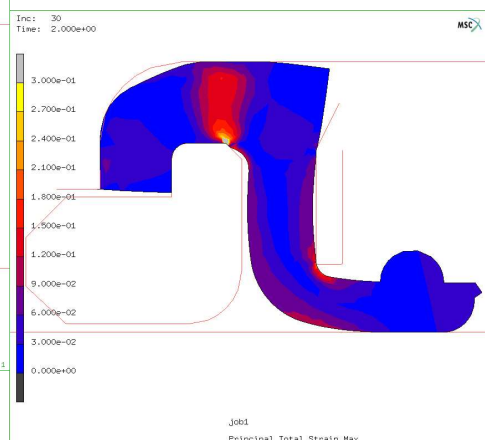
→ 特殊材料(用途に応じてフッ素、シリコンを採用)

Deformation Analysis of Cup seal

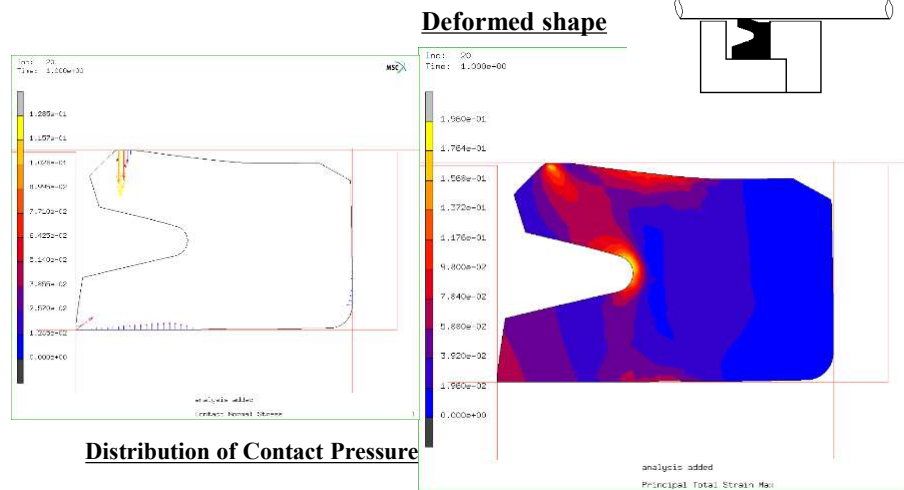


Distribution of Contact Pressure

Deformed shape

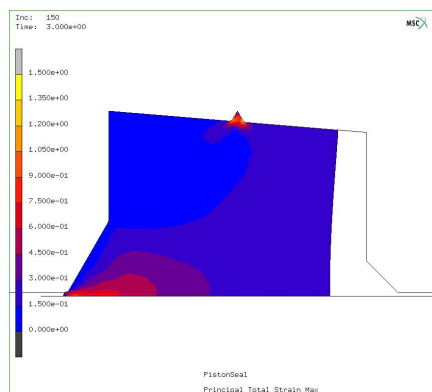


カップシールの面圧分布

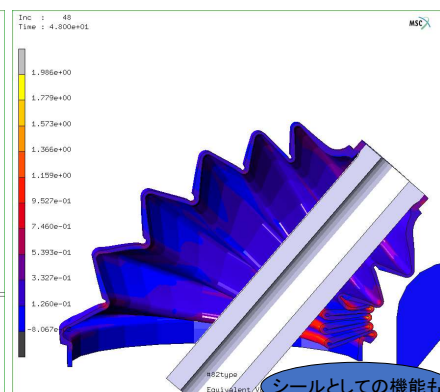


FEMによる変形解析

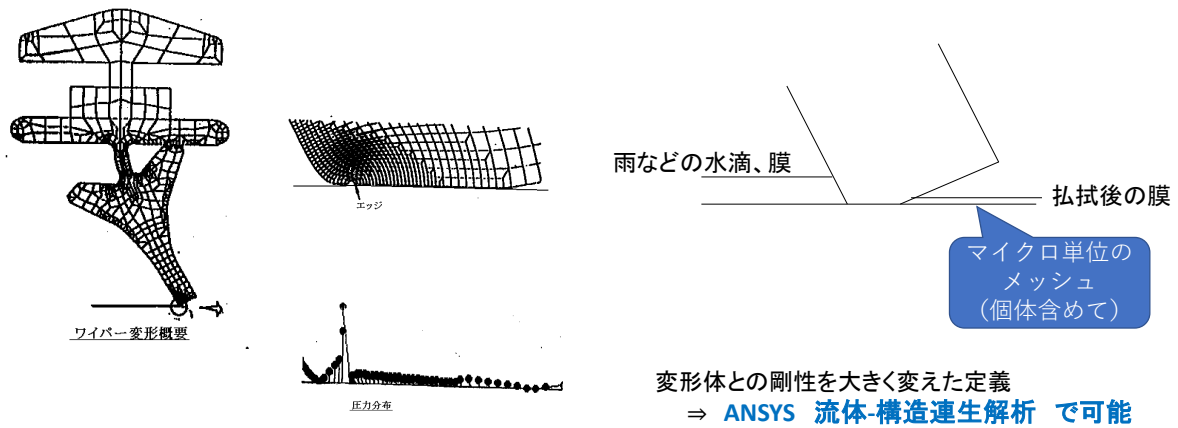
ブレーキシールの変形解析



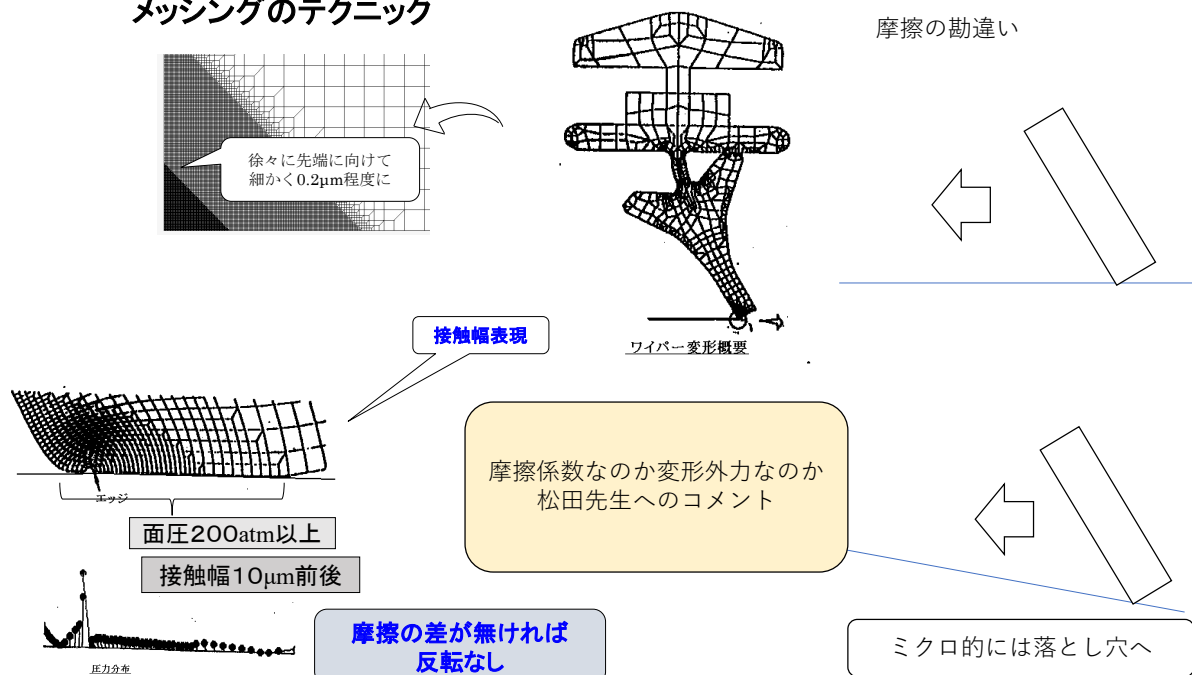
CVJブーツの揺動変形解析



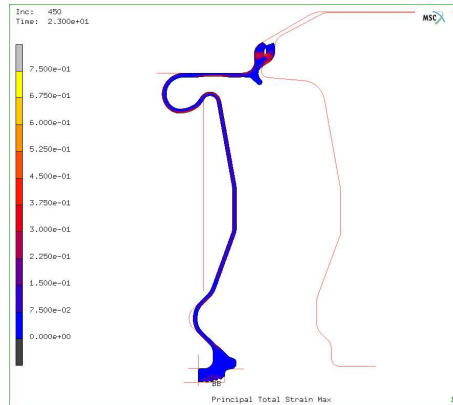
ワイパーの倒れ角解析



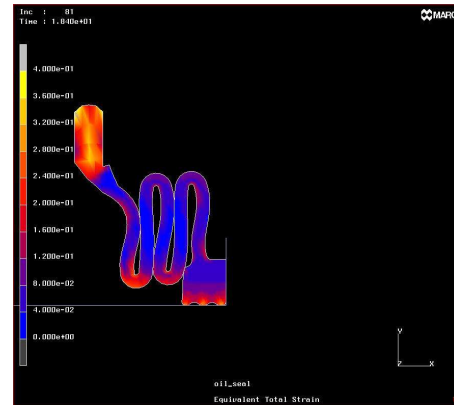
メッシングのテクニック



ダイヤフラムの変形解析

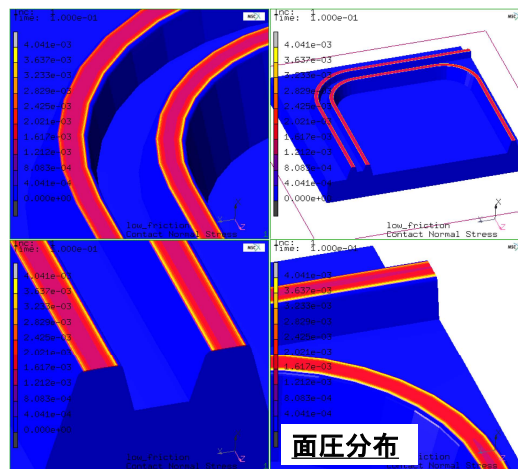
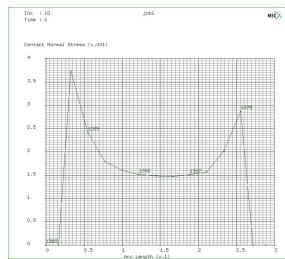
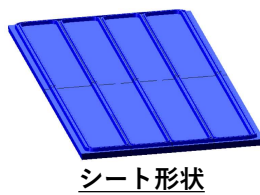


オイルシールの変形解析

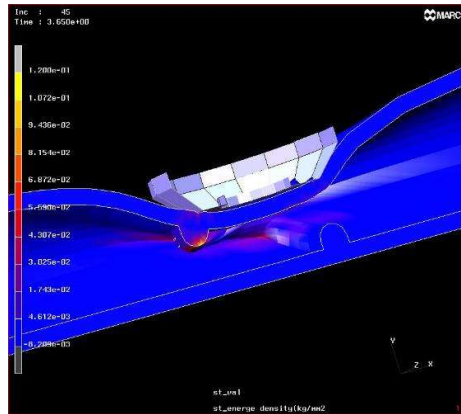


パッケージング用シートの変形解析

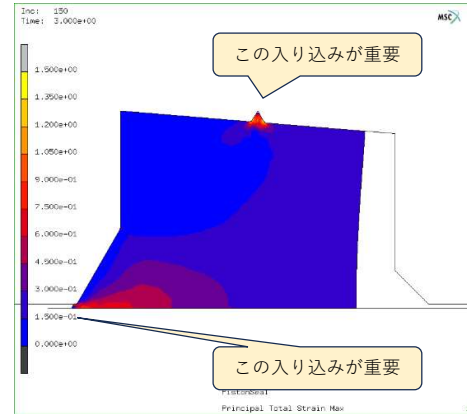
旧形状



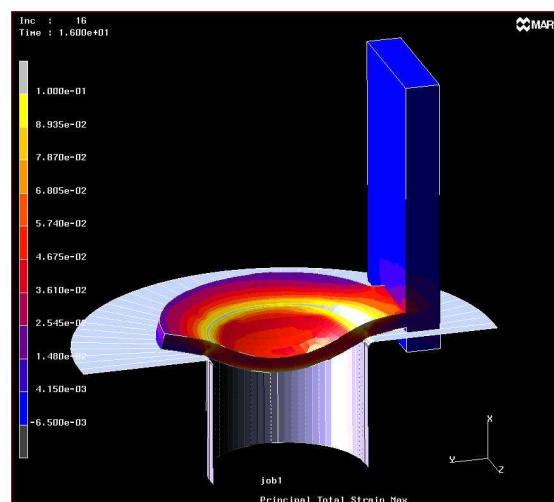
チューブの接触解析



ブレーキシールの変形解析



圧力弁の変形解析



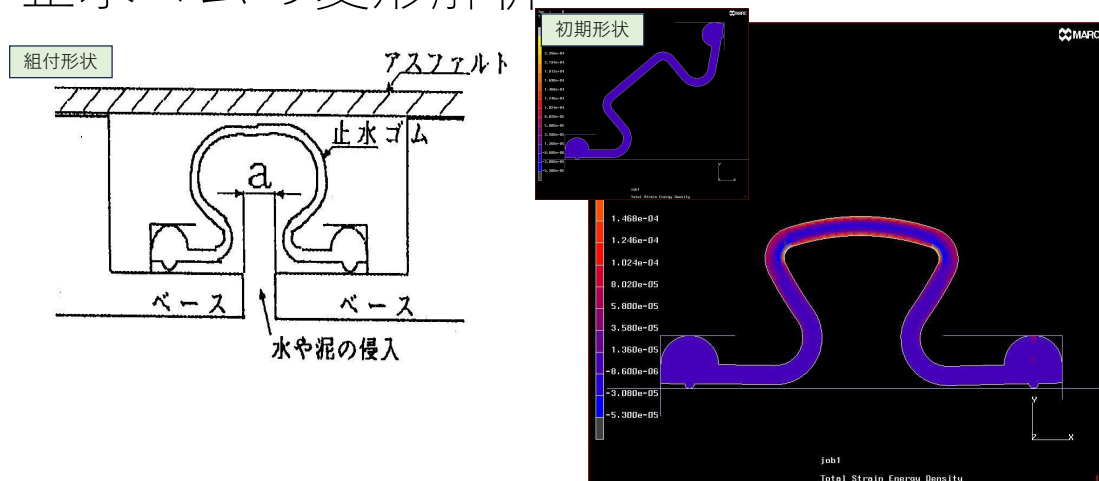
解析でできること

ゴムの関連解析について、導入後の実用化でできることの概要をまとめてみました。

1. 金属の線形解析 変形、応力解析
2. 樹脂製品の変形解析
3. ゴムの変形、固有値解析（接触なし）
4. ゴムの変形、固有値解析（接触あり）
5. 製品成型に関する解析
6. ヒステリシス、動的解析
7. 耐久性予測
8. 解析技術

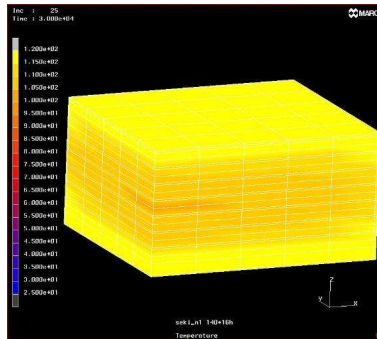
2024. 10. 21 寺子屋 萩本

止水ゴムの変形解析



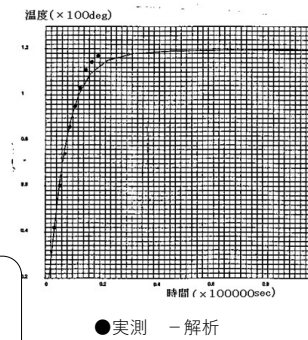
押し出しでしかΩ形状の断面をする製品が製造できない。
これを初期形状と組付け形状を考慮することで押し出し設備を投資なしで済む。

積層ゴムの熱伝導解析



24時間加硫
⇒ 8時間加硫
勤務体制の変更（夜勤廃止）

実測との比較



27

インペラの熱収縮解析

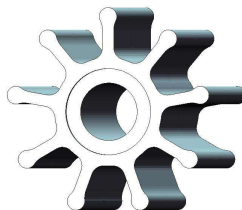
FEM解析の金型設計への適用



工進・日機装エィコー
／Amazonより



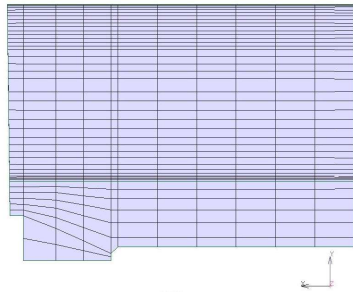
実際はこのような
ねじって取り付け



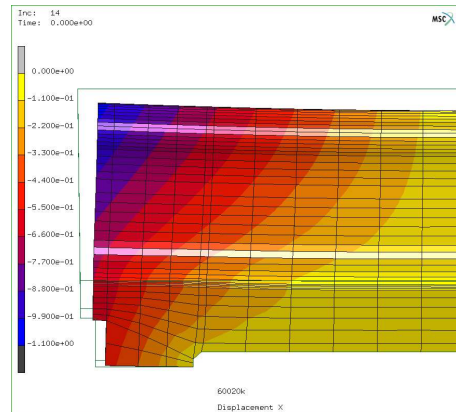
平面度を保ち成型が難しい

金型形状から製品形状まで

■ 金型形状



■ 製品形状(熱収縮状況)

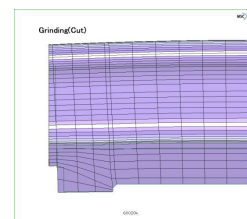


New FEM analysis methology

- We calculate dimensions of the product at the elevated temperature from the final product dimensions which is at room temperature.



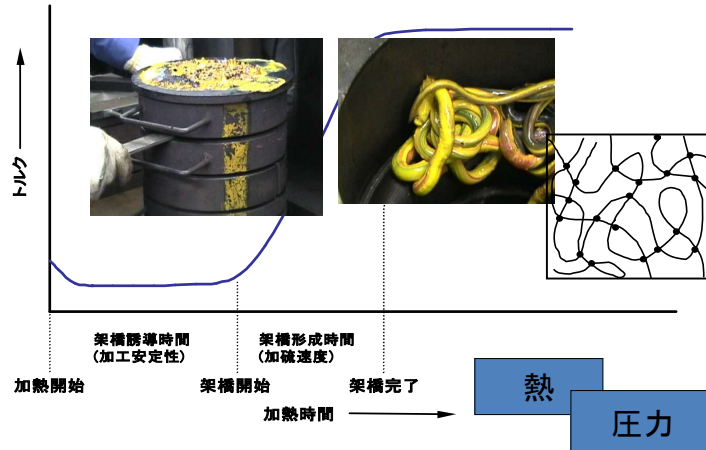
- We calculate dimensions of mold cavity at room temperature.



- Shape of Mold Die

ゴムの加硫

1) 加硫曲線



3次元simulationによる画像

<http://www.heisengp.co.jp/sigma.html>

SIGMAソフト

ゴムの注入状況と加硫状況をシミュレートする

米ロード社

FIDAPでの長年のノウハウ蓄積
→2003年 SIGMAソフトへの切り替え
(これからもソフトの性能がうかがえる)

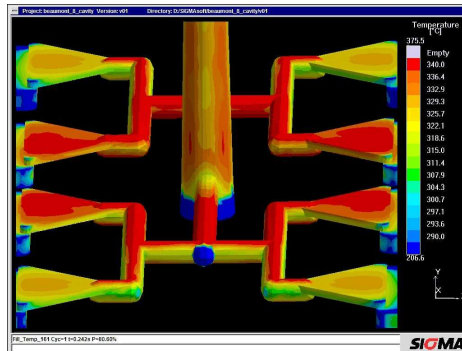
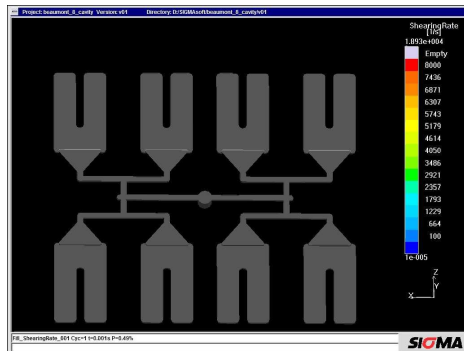


ANSYS流動でもできるかも？

32

ホットランナー レオロジー! ランナーのバランス

- ・ 非対称せん断レイトカーブ (スライスビュー、左のアニメーション)
- ・ せん断熱
- ・ 非対称温度カーブ (スライスビュー、右のアニメーション)
- ・ 緩和



解析でできること

ゴムの関連解析について、導入後の実用化でできることの概要をまとめてみました。

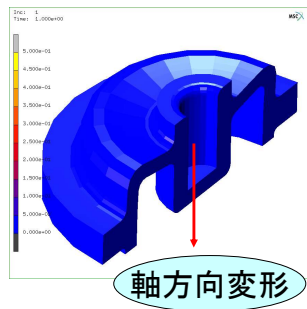
1. 金属の線形解析 変形、応力解析
2. 樹脂製品の変形解析
3. ゴムの変形、固有値解析(接触なし)
4. ゴムの変形、固有値解析(接触あり)
5. 製品成型に関する解析
6. ヒステリシス、動的解析
7. 耐久性予測
8. 解析技術

2024. 10. 21 寺子屋 萩本

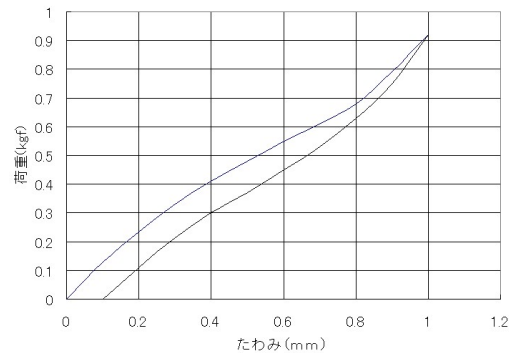
粘弾性特性について ヒステリシスの考え方

ゴムの物性評価と試験法

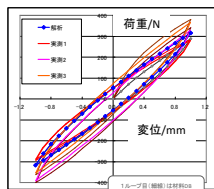
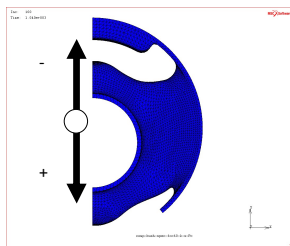
製品では、



戻りの特性も表現すると実測値は

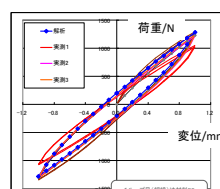
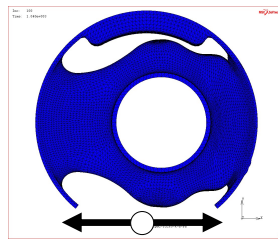


粘弾性特性予測データベースの構築



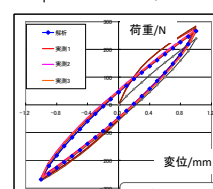
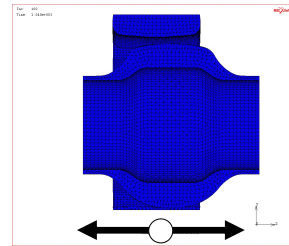
バネ値の誤差

実測: 293N/mm
解析: 261N/mm 誤差 -12.0%



2周期目0.5~1mm間バネ

実測: 1042N/mm
解析: 1039N/mm 誤差 -0.3%

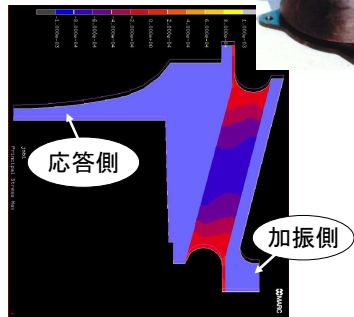
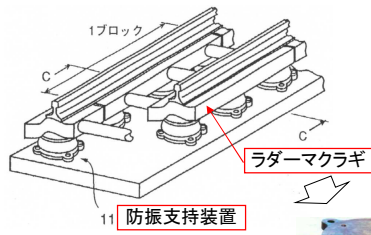


2周期目0.5~1mm間バネ

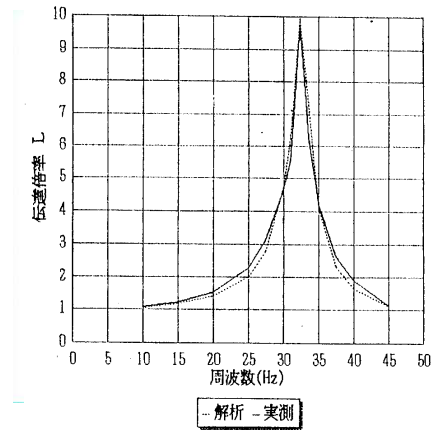
実測: 206N/mm
解析: 211N/mm 誤差 2.3%

ゴールの整合・調整

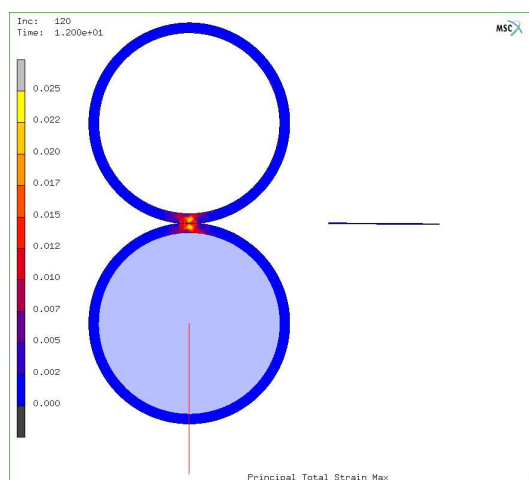
例)ラダー型防振ゴムの応答解析



加振-応答倍率(振動特性)



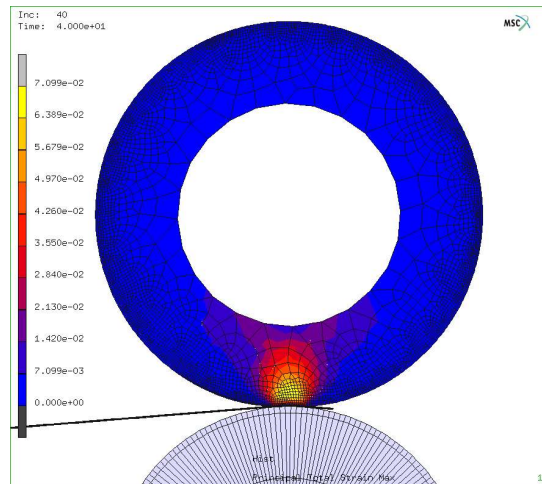
コピー用紙送りローラーの解析



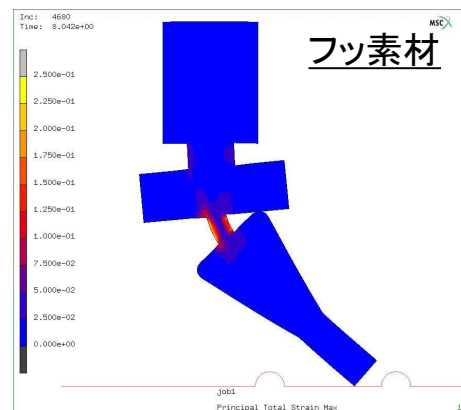
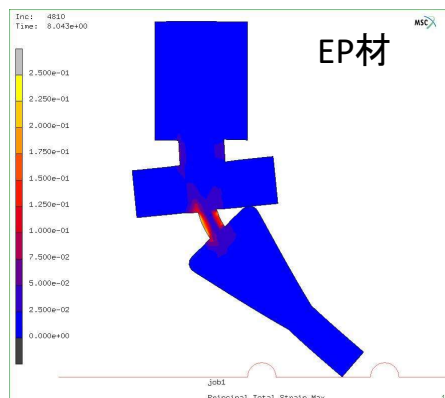
ゴムローラーへの応用

解析モデル概要

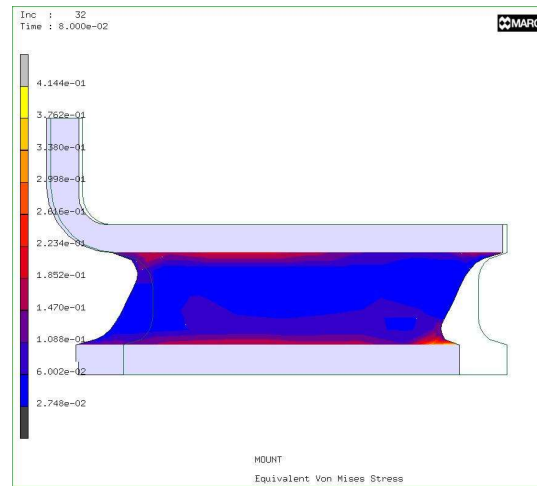
変形概要 (ひずみ分布)



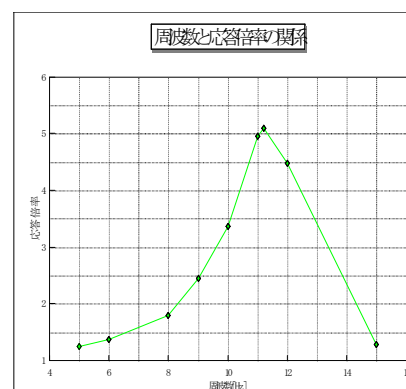
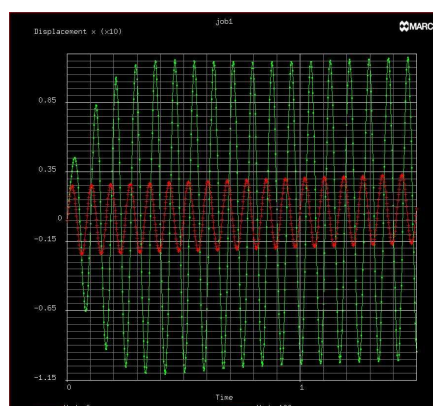
ブレードラバー変形解析 材質による挙動の違い



ブッシュ型マウントの応答解析



ブッシュ型マウントの応答解析



解析でできること

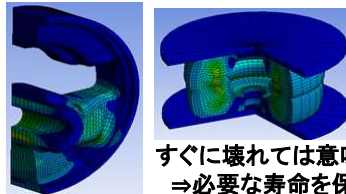
ゴムの関連解析について、導入後の実用化でできることの概要をまとめてみました。

1. 金属の線形解析 変形、応力解析
2. 樹脂製品の変形解析
3. ゴムの変形、固有値解析(接触なし)
4. ゴムの変形、固有値解析(接触あり)
5. 製品成型に関する解析
6. ヒステリシス、動的解析
7. 耐久性予測
8. 解析技術

2024. 10. 21 寺子屋 萩本

耐久性とは何か

どのような製品も寿命がある



すぐに壊れては意味がない。
⇒必要な寿命を保つ必要がある。

金属は応力から寿命予測

※日本ベルパーツ様データなど

ゴムは応力で評価できない

なぜか？

全く同じ変形でも、**ゴム硬度で応力が異なる。**

同変形時

ゴムは40Hs ⇒ 0.4MPa(目安)

60Hs ⇒ 1.0MPa(目安)

75Hs ⇒ 1.8MPa(目安)

※繰り返し変形時、硬度高いと発熱も大きく
耐久性低下という事実も。

鉄のヤング率は、ほぼ210000MPa

変形が同じなら応力は同じ。

⇒ ゴムは違う。

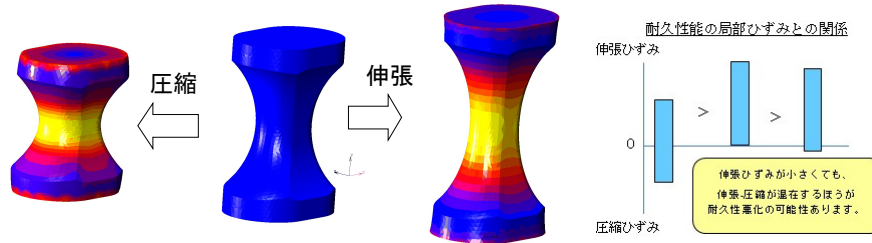
同じ変形では同じひずみ
⇒ひずみで判断する。

耐久性指標の検討

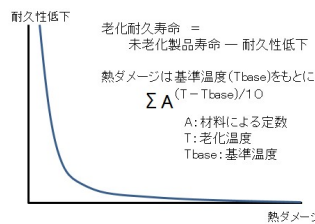
豊田合成殿の文献を再現した結果

1980年代の文献ですが、現在、世界中で研究が進んでいます。

疲労寿命を予測するための、ひずみε-耐久回数Nを実験できるTPを作成



熱劣化、ダメージ



耐久性、熱劣化については

相当の時間をかけて研究してきました。

ご相談ください。

耐久性、効率化、自動化、なんでもご相談ください。
hagi@ysroad.jp

CAE技術
http://kairotech2008.com/

耐久性のε-N線図作成方法

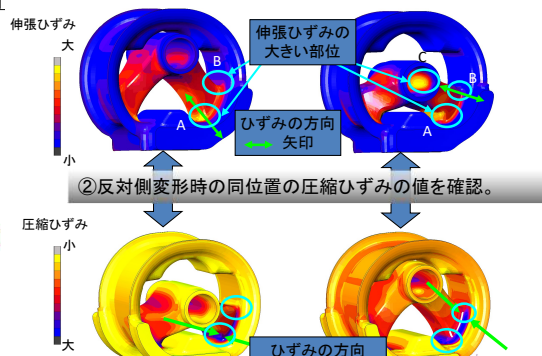
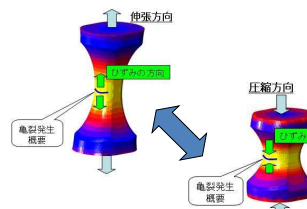
どのように耐久性のε-N線図を構築するか

手順

①解析結果より、ひずみの大きい部位を確認。耐久条件：-□mm ~ +○mmの変形ピーク時の伸張ひずみの大きい部位を選定する。

A. 亀裂部位が特定できていない場合

疲労寿命評価用TPで見ると明確であるが、亀裂はひずみの方向と直行方向に発生する。
→この見方より、亀裂発生部位を特定する。



③ひずみの大きさと方向を整理する。

- A部 -□mm変形時の伸張ひずみと+○mm変形時の圧縮ひずみが、亀裂の発生方向と相関がある。→亀裂発生予測部位
- B部 -□mm変形時の圧縮ひずみと+○mm変形時の伸張ひずみが、亀裂の発生方向と相関がある。→亀裂発生予測部位
- C部 伸張ひずみの方向が半径方向のため、亀裂の方向との相関が認められない。→亀裂発生予測部位から除外する。

ひずみの方向と大きさから、亀裂の発生しやすい部位を特定して、
耐久性のε-N線図から疲労寿命を判断する。

解析でできること

ゴムの関連解析について、導入後の実用化でできることの概要をまとめてみました。

1. 金属の線形解析 変形、応力解析
2. 樹脂製品の変形解析
3. ゴムの変形、固有値解析(接触なし)
4. ゴムの変形、固有値解析(接触あり)
5. 製品成型に関する解析
6. ヒステリシス、動的解析
7. 耐久性予測
8. 解析技術

2024. 10. 21 寺子屋 萩本

Cyclic_symmetry機能

〔機能概要〕

モデル及び条件が周期対称であるもの。
全モデルでなくN分の1モデルで解析可能。

例) 切り欠きを持つモデルの振じり変形解析

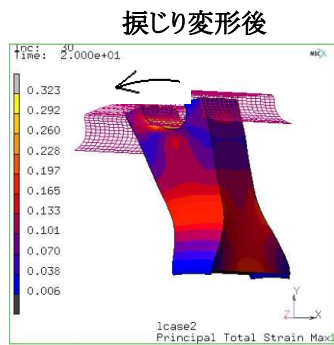
センタマックス

切り欠きが無ければ
2D軸対称モデル
解析可能



Cyclic_symmetry機能

効果1 解析時間の大幅短縮



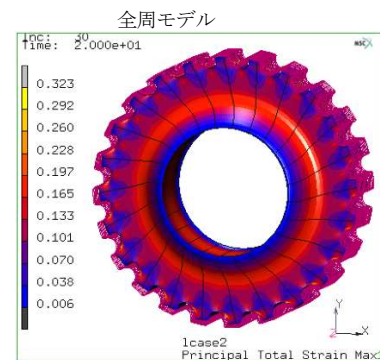
	時間	メモリー
1/24	32分	53MB
全周	10時間	1GB

効果2 簡単に使用可能

下記の5行の入力のみ

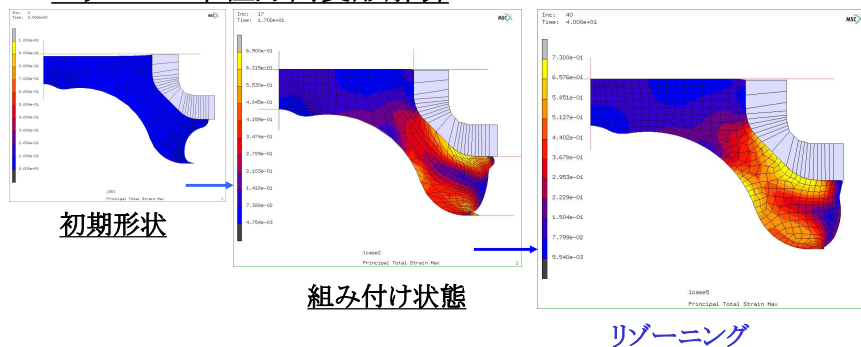
Cyclic_symmetry
0, 0, 1,
0, 0, 0,
15,
0,

客先提出時
→ポスト処理で
コピー



Axiと3Dの応用1 リゾーニングとの組み合わせ

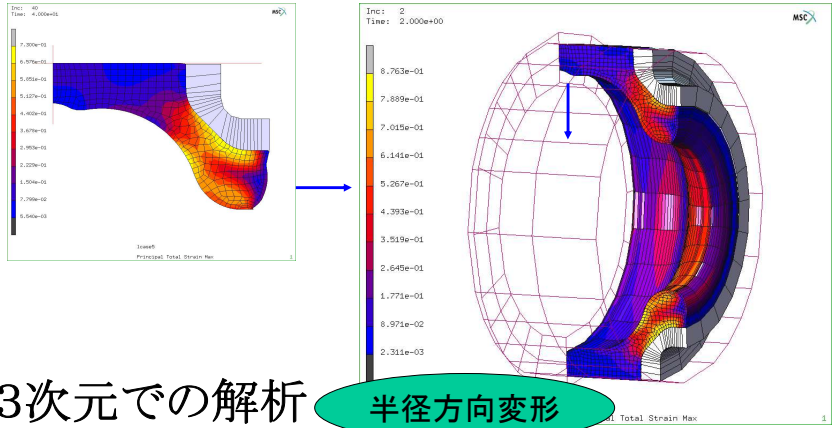
ブッシュの半径方向変形解析



2次元での解析

Axiと3Dの応用1

リゾーニングとの組み合わせ



3次元での解析

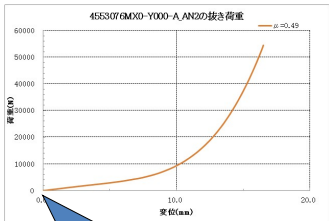
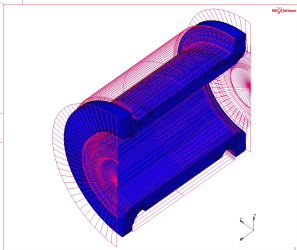
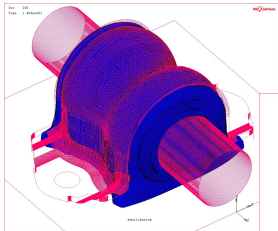
半径方向変形

特性面の予測技術/スタビ、アウトレスBUSH

13

評価項目	現状STEP	保有予測ツール	解析精度		DB整備の必要性	15M STEPWGNでの検証タイミング案
			新規部品	実施有り		
①軸直方向特性	3	MARC	±20%	±15%～	○	V1評価前一次ま
②軸方向特性	3	MARC	±20%	±15%～	○	V1評価前一次ま
③ねじり方向特性	2	MARC	±30%	±20%～	○	V3評価前一次ま
④こじり方向特性	2	MARC	±30%	±20%～	○	対象無し

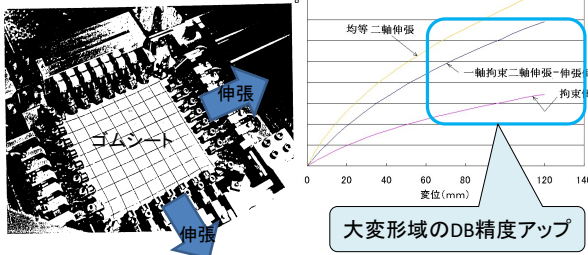
BUSH版に見直し



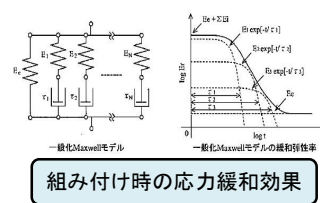
この時点で、大ひずみで大きなエネルギーが発生、それ以降の特性予測も非常に難しい。

組み付け状態で大ひずみが発生するため、特性予測データベースの精度アップが必要。

大変形時の2軸伸張によるひずみエネルギー密度関数

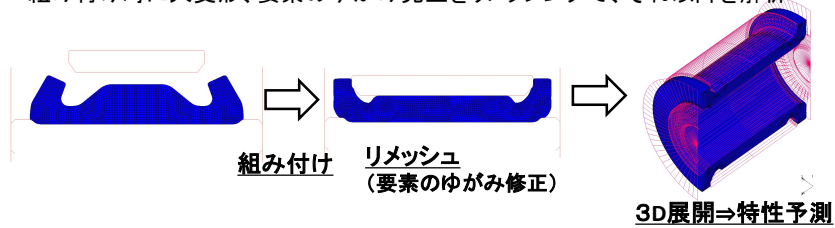


+粘弾性効果の考慮



新解析技術の検討

組み付け時に大変形、要素のゆがみ発生をリメッシングで、それ以降を解析



特性予測データベースの精度アップと解析技術の構築が必要。

ご不明な点があれば何なりとお問合せください。
理解いただけるまで丁寧に説明させていただきます。

寺子屋

<https://terakoya2018.com/>

TEL : 080-2230-8785

MAIL : hagi@terakoya2018.com