

解析でできること/サポート可能な内容

★多解析でできること2025sp.pptx

★多解析でできること2024sp.pptx

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

ゴムの関連解析について、導入後の実用化でできる

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

令和7年3月31日 寺子屋 萩本光広

寺子屋/CAE解援隊

URL <https://terakoya2018.com>

連絡先 hagi@terakoya2018.com
080-2230-8785

解析でできること/サポート可能な内容

★多解析でできること2024sp.pptx

令和6年12月31日 寺子屋 萩本光広

寺子屋/CAE解援隊

URL <https://terakoya2018.com>

連絡先 hagi@terakoya2018.com
080-2230-8785

解析の実用化により得られるもの

解析の基本/線形解析でも

果たして、線形解析で正解が得られていますか？

ゴム・樹脂の解析
/材料の定義

材料定義が基本です、本当に正しく定義できていますか？

ゴム・樹脂の動的解析

果たして /粘弾性定義と適用範囲

動解析の誤解、動ばね、応力緩和、クリープも同じデータで解析可能。

成型に関する解析

/予測精度は成型に起因する

加硫・成型条件で特性コントロールも可能です。

耐久性検討

解析と実験から予測データベースの構築

基本を踏まえての必ず耐久試験が必要です。

解析がうまくいかないのは勘違いが80%以上です。

解析技術

予測精度向上・勘違い

他の材料へ・熱時など

効率化・自動化により楽をする、単純ミスの回避、時短によるシステム運用費の削減（増設回避）

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/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

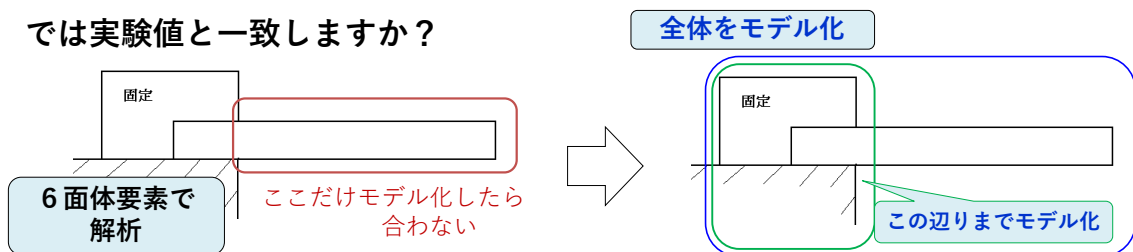
I 線形解析でも注意が必要

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

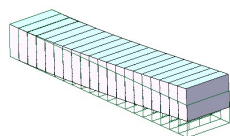
もっとも単純な梁の変形・固有値解析

では実験値と一致しますか？

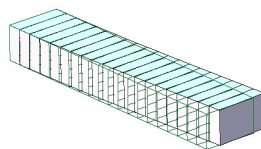


金属の完全拘束はありえない

縦曲げ1次



横曲げ1次



本当にデフォルト設定で
解析ができてますか？

様々な固定要件・拘束条件

プーリーダンパー形状



ボルト固定は？

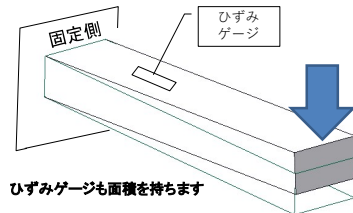
金属の解析をするのか
ゴムの解析をするかで異なる。



1/2モデル、1/4モデルでの
対称面は変位で与えて良い。

変位も場合によっては**分散荷重の
方が正解が**あられる。

応力・変形解析も・・・



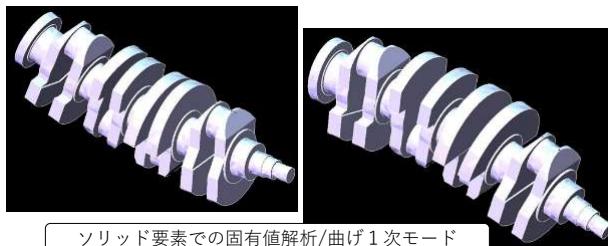
ひずみゲージも面積を持ちます

測定結果との比較は、位置やメッシュのサイズのアンマッチで合致しないと勘違い。

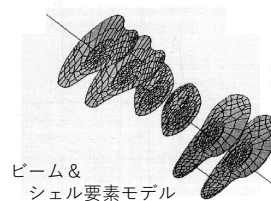
**解析モデルとゲージ位置、面積
マッチしていますか？**

モデル簡略化による課題

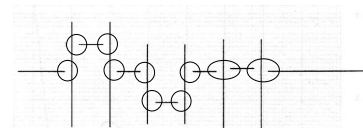
クランクシャフトの剛性、振動解析



ソリッド要素での固有値解析/曲げ1次モード



ビーム &
シェル要素モデル



側面図：○印部質量と剛性をダブらせない

今はハードウェアの能力が格段に向上したのでソリッドで十分解析が可能。
しかし、**モデルが肥大化した場合にこの方法が有効になり、
手法を確立しておく必要がある。**

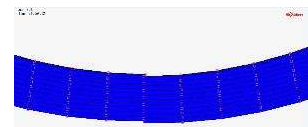
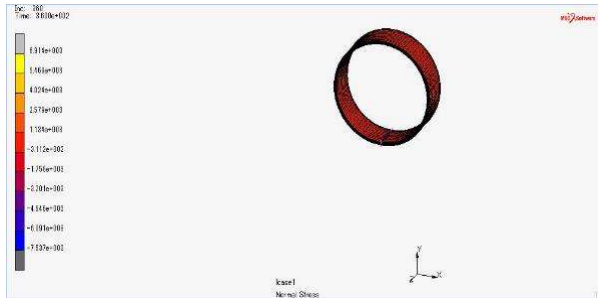
シェル要素は厚みを持つため、直接結合させると
ビームとシェル部の剛性と質量がダブってしまう。

板の巻取り解析

3方向カップルドフ
(XYZフリー)

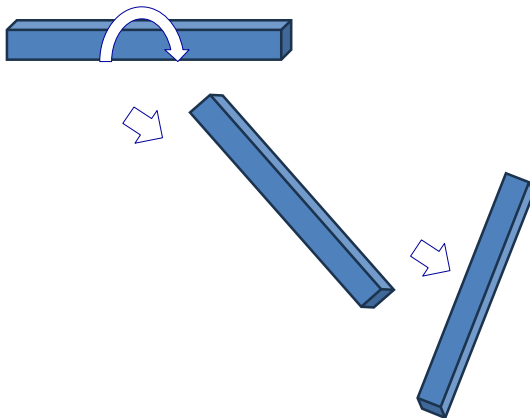
剛体-のり付け
この場で回転

サブルーチンFORCDDT
でも可(但しトルクが)



ずれない設定も可能
解析誤差⇒実際には板厚の差

回転解析(変形なし)



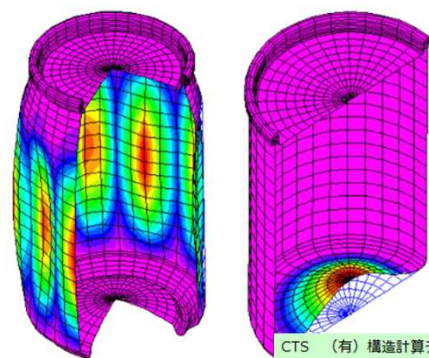
ソフトは時々こんな回転解析さえできません。

アルミ缶の座屈解析

[アルミ缶の座屈解析 \(cts-inc.co.jp\)](http://cts-inc.co.jp)

製品形状の座屈モード

円筒形状の座屈モード



CTS (有) 構造計算テクノロジー
〒436-0079 静岡県掛川市掛川50-18

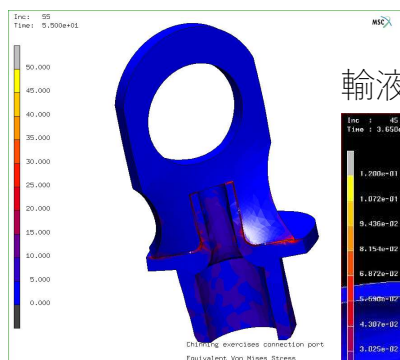
果たして座屈難しい解析でしょうか。
肉厚の不均一性では・・・

解析でできること/サポート可能な内容

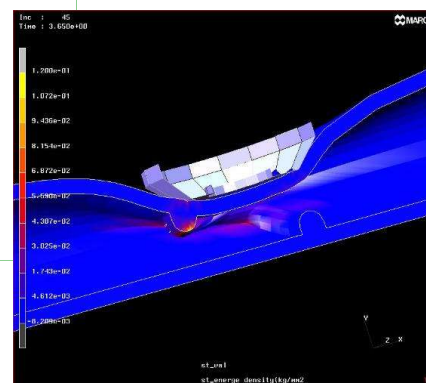
ゴムの関連解析について、導入後の実用化でできること

- I 線形解析でも注意が必要
- 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
- 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

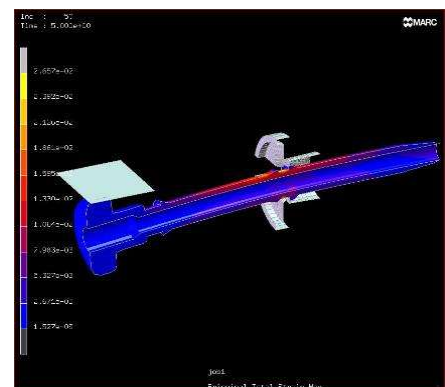
樹脂製品のねじ切り限界



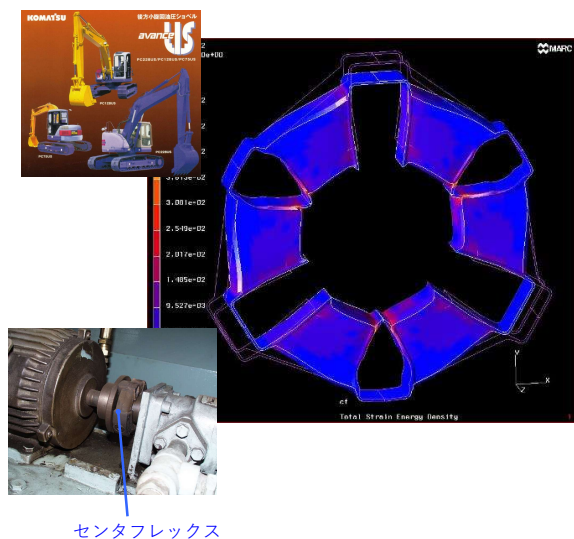
輸液チューブの接触解析



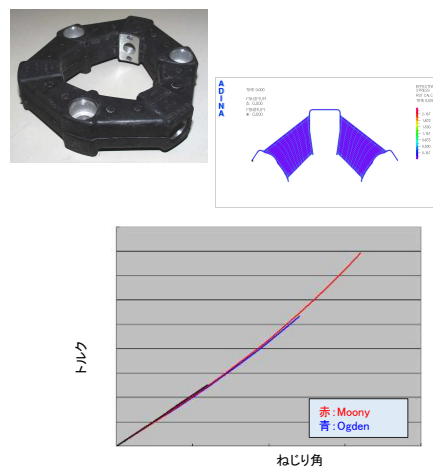
医療用針（樹脂）の応力解析



C F カップリングの変形解析



CFカップリング

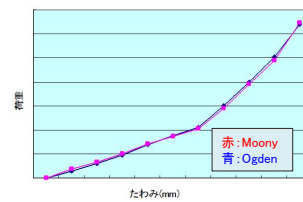
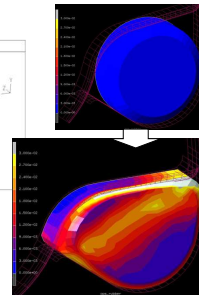
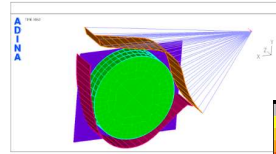
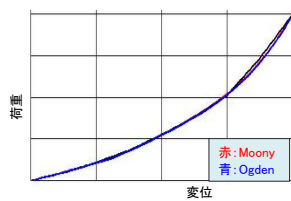
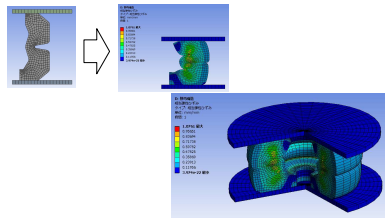


【建設機械用防振ゴム部品】



現行商品(建設機械)

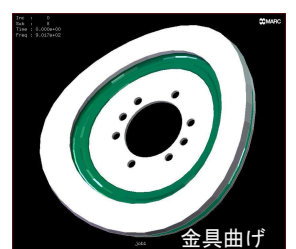
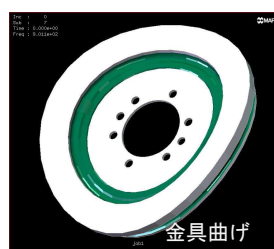
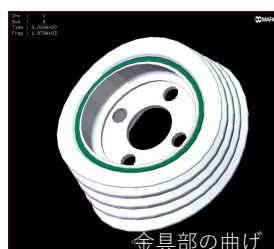
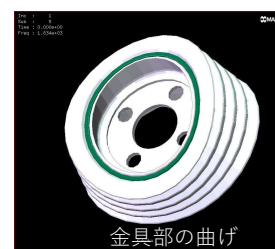
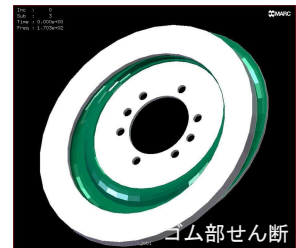
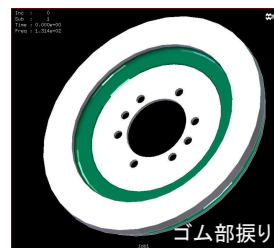
ラバースプリング



※OgdenとMooneyの比較(イメージ)

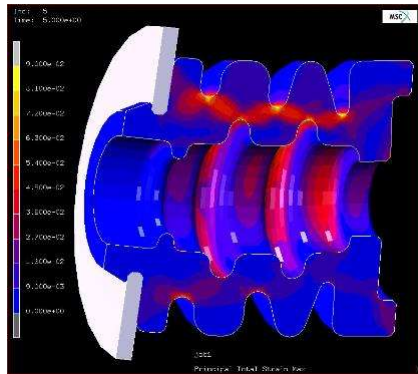
© 2022 Terakoya All Rights Reserved.

15

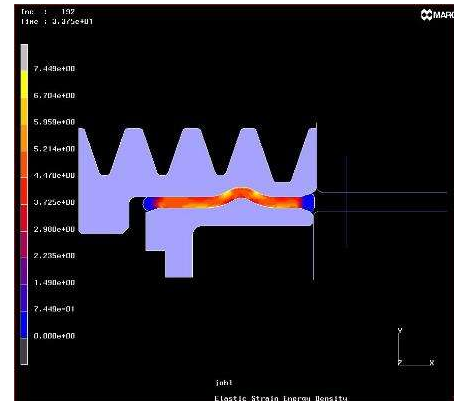
P Dの固有値解析
(ゴムと金属)

ゴムの動的特性は、丁寧な粘弾性定義が必要。基本は超弾性定義。

クッション

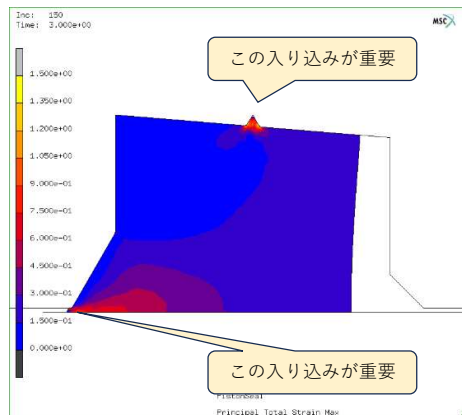


P D 圧入工程の解析

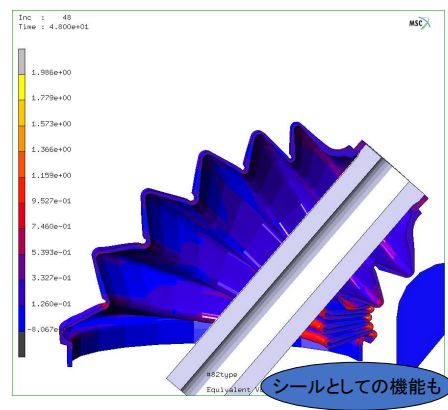


FEMによる変形解析

ブレーキシールの変形解析

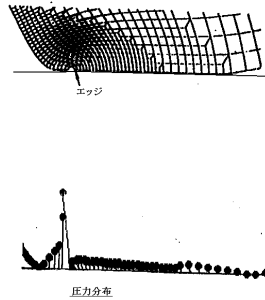
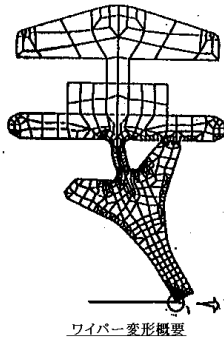


CVJブーツの揺動変形解析



ワイパーの倒れ角解析

適切なメッシング



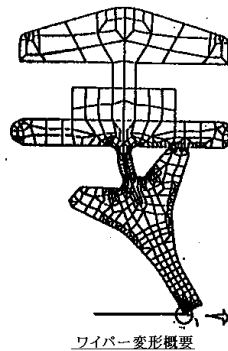
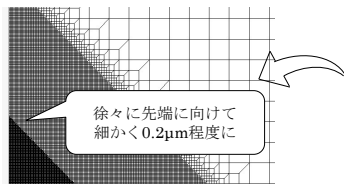
雨などの水滴、膜

払拭後の膜

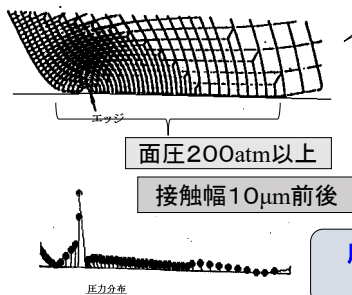
マイクロ単位のメッシュ
(個体含めて)

変形体との剛性を大きく変えた定義
⇒ ANSYS 流体-構造連生解析 で可能

メッシングのテクニック



摩擦の勘違い



接触幅表現

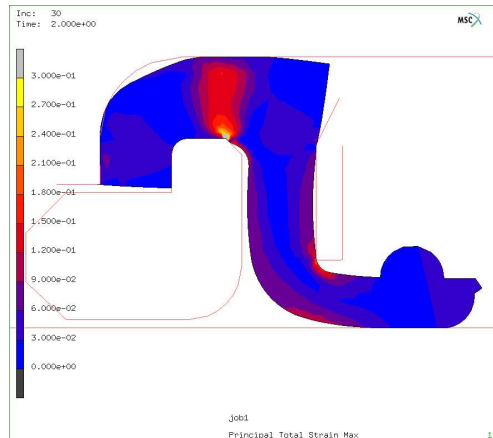
摩擦係数なのか変形外力なのか
松田先生へのコメント

摩擦の差が無ければ
反転なし

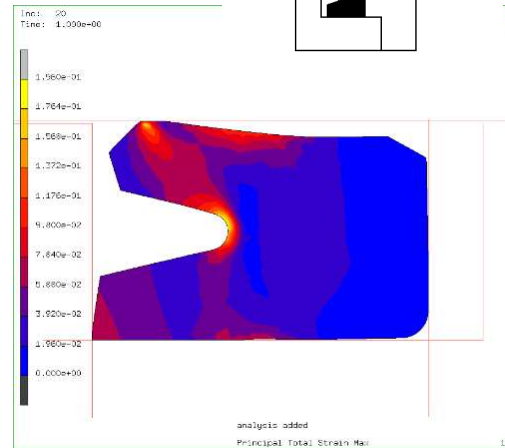
ミクロ的には落とし穴へ

カップシール

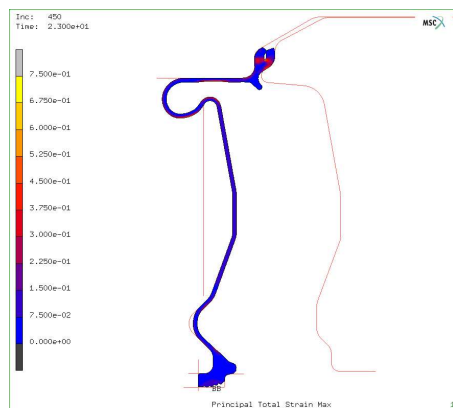
組付け



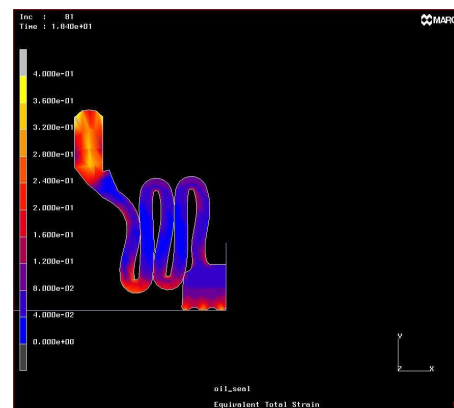
組付け



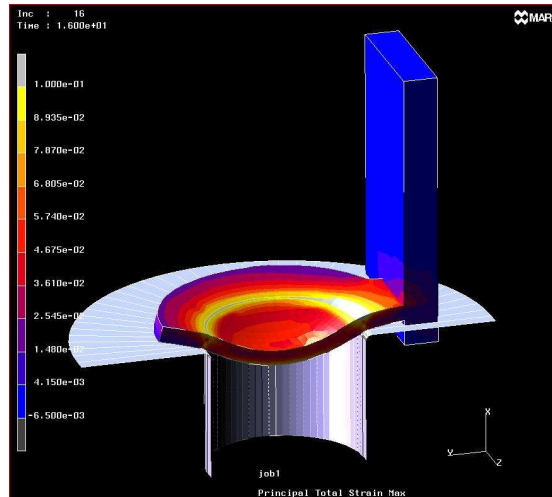
ダイヤフラムの変形解析



オイルシールの変形解析



圧力弁の変形解析



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

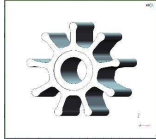
- I 線形解析でも注意が必要
- II ゴム、樹脂の基本解析
- III ゴムの成型に関する解析**
- IV 動的、粘弾性
クリープも別定義不要、粘弾性解析でできること
- V ゴムの耐久性検討
- VI 解析技術
- VII 予測精度と勘違い
- VIII スポンジゴム/発泡材料への展開
- IX 効率化、自動化

金型設計-構造解析ソフトで可能

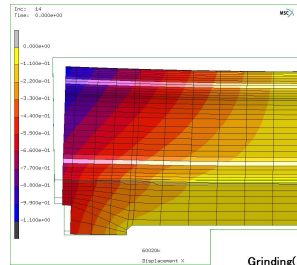
インペラの熱収縮解析



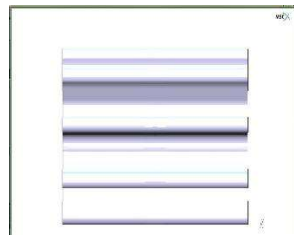
工進・日機装エコー
／Amazonより



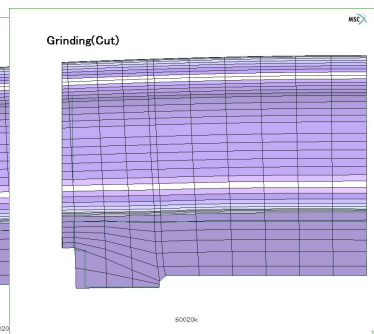
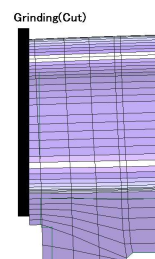
実際はこのような
ねじって取り付け



グラインダーでの後加工廃止



平面度を保ち成型が難しい

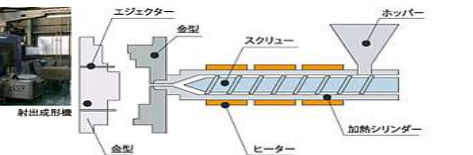


25

ゴムの製造工程のあれこれ

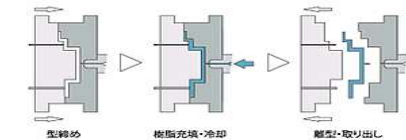
代表的なインジェクション成型

http://www.krk.co.jp/tech/injection_molding.html

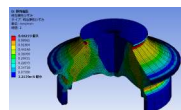


ゴムはこのように熱を加えて成型します。
この影響が特性・性能にも...

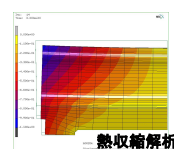
ゴムも残留応力を考慮する必要がある。



円錐型マウント



インペラ

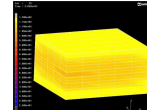


熱収縮解析

ゴム支承



金型内の熱伝導解析



- ・コンプレッション成型
- ・トランスファー成型
- ・インジェクション成型
- その他、熱と圧力をかけて成型する

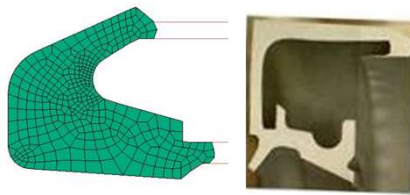
26

ゴム、樹脂の製造工程のシミュレーションのご紹介

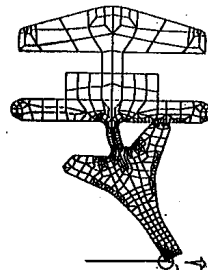
ゴムの製造シミュレーション

- ・コンプレッション成型
- ・トランスファー成型

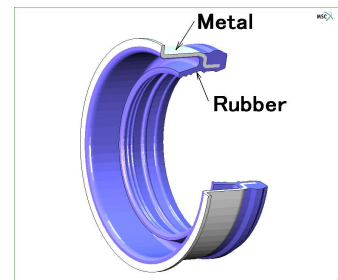
カップシール



ワイパー



リップシール



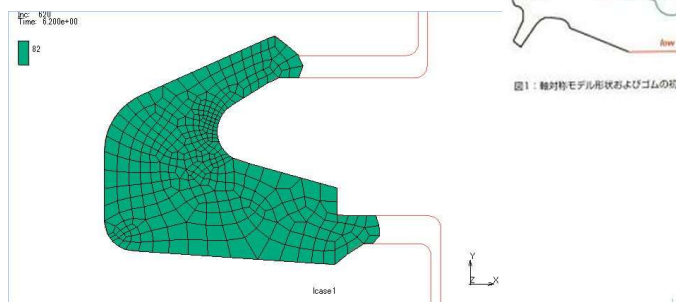
ゴムの構造解析ソフトで再現可能です。

27

1. ゴム、樹脂の製造工程のシミュレーションのご紹介

- ・コンプレッション成型

カップシール成形シミュレーション



キーパー殿MSCカンファレンス発表資料

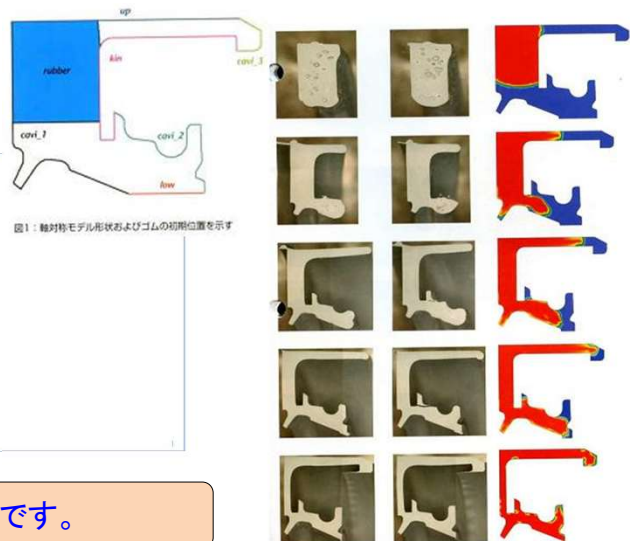
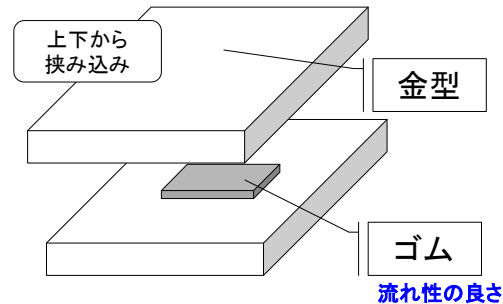


図1：軸対称モデル形状およびゴムの初期位置を示す

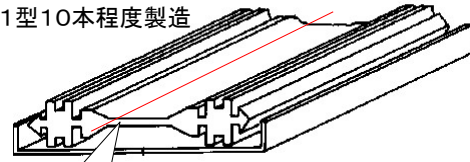
面圧分布等機能解析も可能です。

参考:ゴムの摩擦係数の考察

成型工程:コンプレッション成型



このタンデム形状で
1型10本程度製造



<https://astamuse.com/ja/published/JP/No/1997025007>

その後カット

カット前に塩素煮沸、摩擦低減
カット面は摩擦大

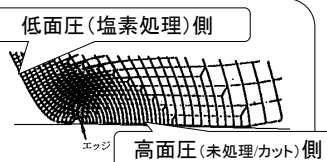
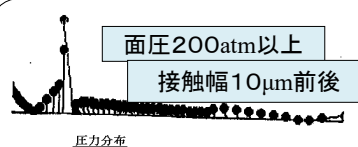
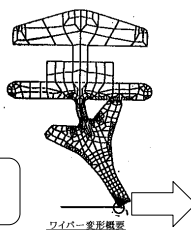


左右、同じものではない。

ワイパー
接触面圧解析

カット面との
摩擦区別化

摩耗低減と
反転性



1. ゴム、樹脂の製造工程のシミュレーションのご紹介

プログラム

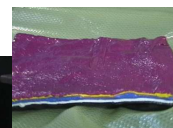
1. ゴム、樹脂の製造工程のシミュレーションのご紹介

ゴムの製造シミュレーション

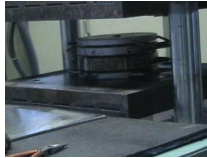
- ・コンプレッション成型
- ・トランスファー成型
- ・インジェクション成型
- ・加硫温度熱伝導解析
- ・型設計解析-熱膨張/熱収縮
- ・その他(押し出し)



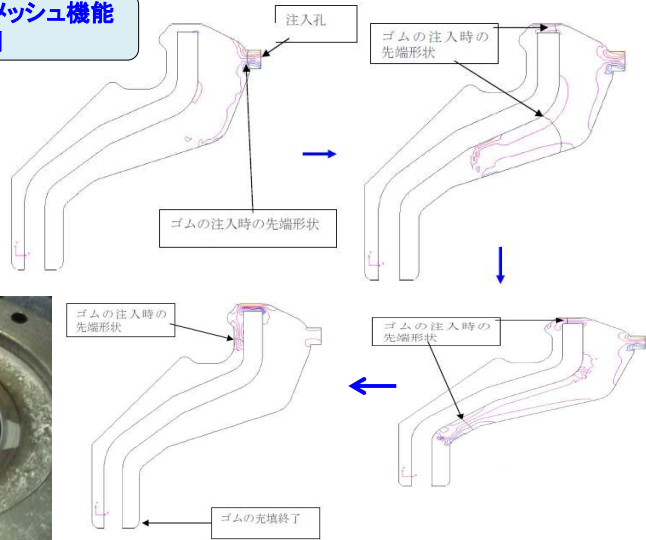
カラー積層ゴム



・トランスファー成型



構造解析ソフトでのリメッシュ機能
での解析例



31

ゴムの製造工程のシミュレーションとその性能に与える影響について

プログラム

1. ゴム、樹脂の製造工程のシミュレーションのご紹介

ゴムの製造シミュレーション

- ・コンプレッション成型
- ・トランスファー成型
- ・インジェクション成型
- ・加硫温度熱伝導解析
- ・型設計解析-熱膨張/熱収縮
- ・その他（押し出し）



米ロード社

FIDAPでの長年のノウハウ蓄積

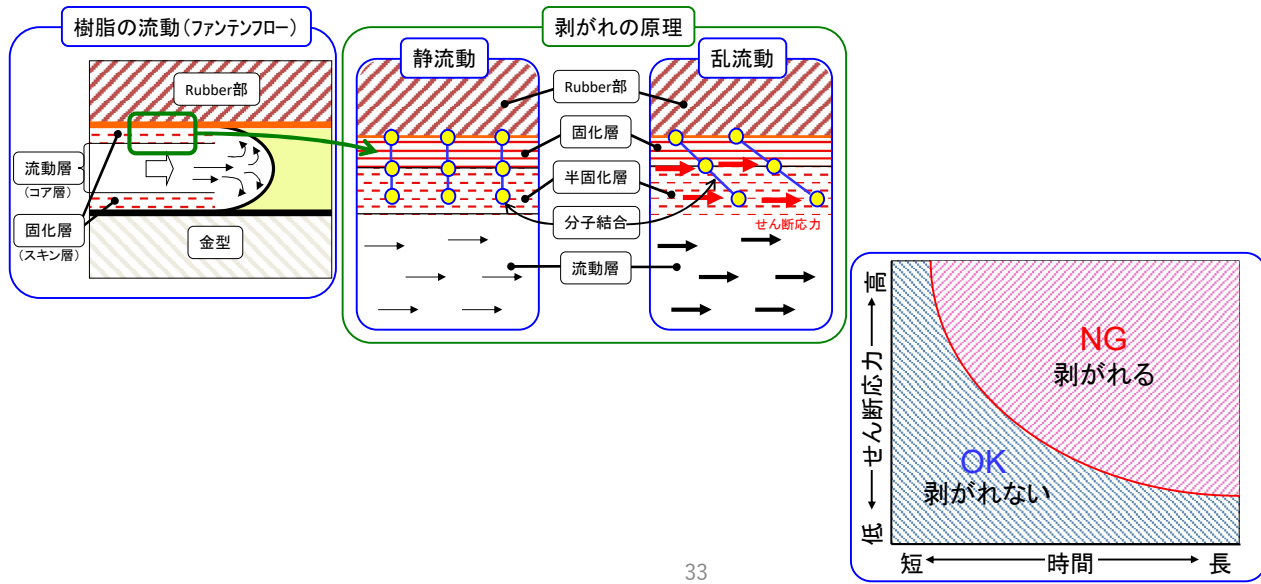
→2003年 SIGMAソフトへの切り替え

平泉洋行さんのSigmaSoftで解析可能

32

接着剥がれメカニズムについて/圧力での判断

参考



33

ゴムの製造工程のシミュレーションとその性能に与える影響について

プログラム

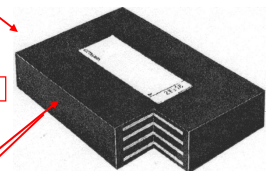
1. ゴム、樹脂の製造工程のシミュレーションのご紹介

ゴムの製造シミュレーション

- ・コンプレッション成型
- ・トランスファー成型
- ・インジェクション成型
- ・加硫温度熱伝導解析
- ・型設計解析-熱膨張/熱収縮
- ・その他 (押し出し)



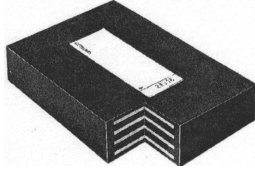
ゴム支承



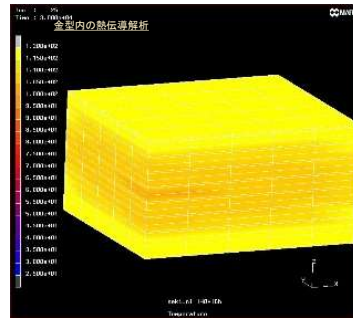
34

・加硫温度熱伝導解析

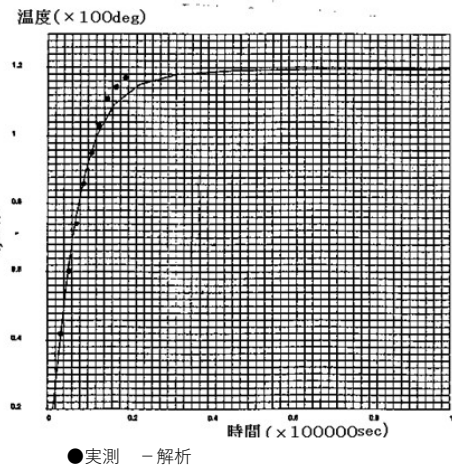
積層ゴムの熱伝導解析



金型内の熱伝導解析



24時間加硫
⇒ 8時間加硫
勤務体制の変更（夜勤廃止）



35

2. ゴムの金型設計事例と工程/条件変更による性能コントロールについて

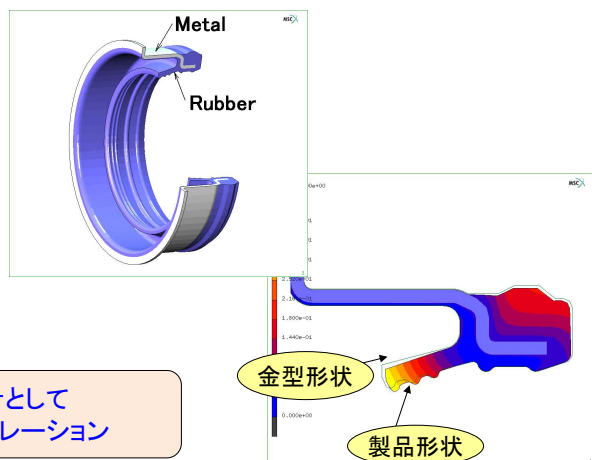
プログラム

1. ゴム、樹脂の製造工程のシミュレーションのご紹介

ゴムの製造シミュレーション

- ・コンプレッション成型
- ・トランスファー成型
- ・インジェクション成型
- ・加硫温度熱伝導解析
- ・型設計解析-熱膨張/熱収縮
- ・その他（押し出し）

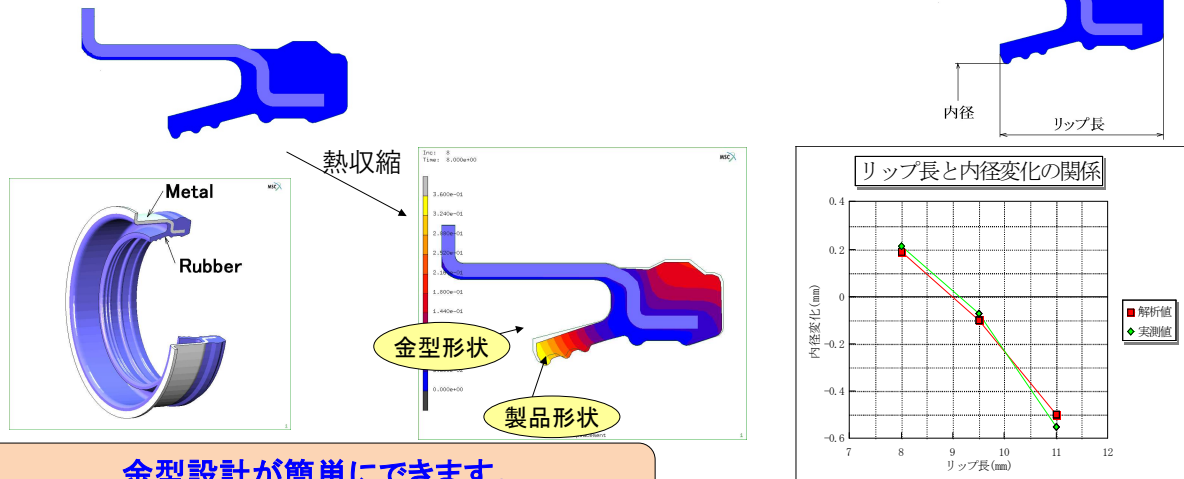
金型設計として
重要なシミュレーション



36

金型設計-構造解析ソフトで可能

金具接着タイプリヤシールの熱収縮解析



金型設計が簡単にできます。
同時にシミュレーションなしでの設計は難しい

37

ゴムの製造工程のシミュレーションとその性能に与える影響について

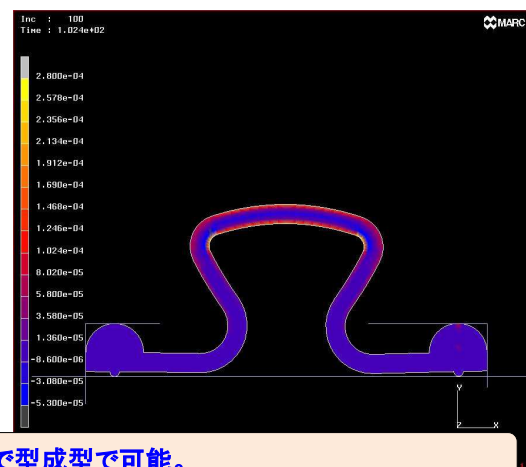
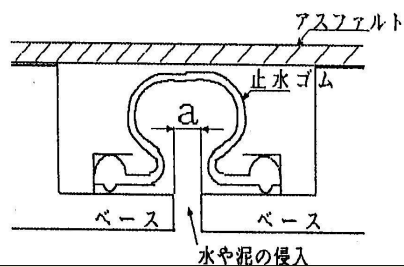
プログラム

1. ゴム、樹脂の製造工程のシミュレーションのご紹介

設備投資の関係

ゴムの製造シミュレーション

・その他 (押し出し)



これは押し出し設備なしで型成型で可能。

摩擦係数の考察

成型工程:コンプレッション成型

上下から挟み込み

金型

ゴム

流れ性の良さ

このタンデム形状で
1型10本程度製造

その後カット

<https://astamuse.com/ja/published/JP/No/1997025007>

ワイパーは
押し出しもある

カット前に塩素煮沸、摩擦低減
カット面は**摩擦大**

ワイパー
接触面圧解析

カット面との
摩擦区別化

摩擦低減と
反転性

ワイパー変形概要

面圧200atm以上
接触幅10 μ m前後

圧力分布

低面圧(塩素処理)側

エッジ

高面圧(未処理/カット)側

左右、同じものではない。

39

その他(押し出し成型)

Microsoft Bing

Q 押し出し成型 polyflow 画像

検索 COPILOT 画像 動画

約 91,500 件の結果

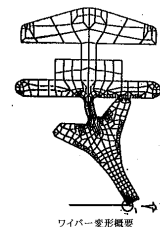
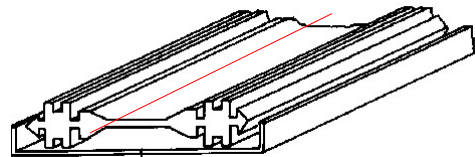
押し出し成型 polyflowの画像



▶ GIF



ワイパーは押し出し加工も可能です。



ワイパー変形概要

Polyflowによる押し出し、金具形状のシミュレーションも可能。

ゴムの製造工程のシミュレーションとその性能に与える影響について

プログラム

1. ゴム、樹脂の製造工程のシミュレーションのご紹介

ゴムの製造シミュレーション

- ・コンプレッション成型
- ・トランスファー成型
- ・インジェクション成型
- ・加硫温度熱伝導解析
- ・型設計解析-熱膨張/熱収縮
- ・その他（押し出し）

樹脂の製造シミュレーション

- ・ブロー成型解析
 - ・樹脂流動解析
- FRP含む

●☆※最近のデータ※解析用材料※000基礎・技術資料にも※樹脂プラスチック.pptx(分類、概要説明)

41

ゴムの製造工程のシミュレーションとその性能に与える影響について

プログラム

1. ゴム、樹脂の製造工程のシミュレーションのご紹介

樹脂の製造シミュレーション

- ・ブロー成型解析
 - ・樹脂流動解析
- FRP含む

ブロー成形・FLP | 技術情報 | キョーラク株式会社 (krk.co.jp)

KYORAKU

企業情報

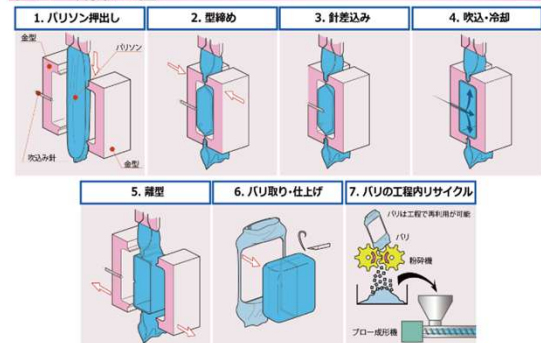
製品情報

技術情報

事例

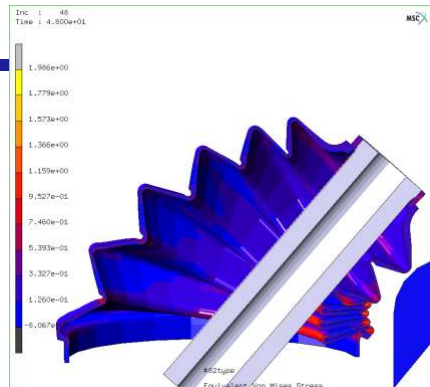
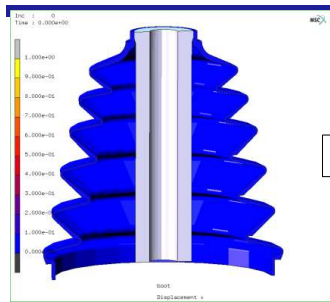
採

ブロー成形工程

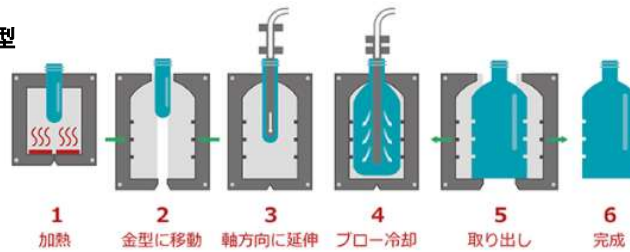


42

CVJブーツの揺動変形解析



ブロー成型



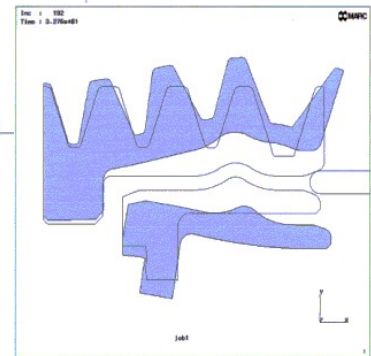
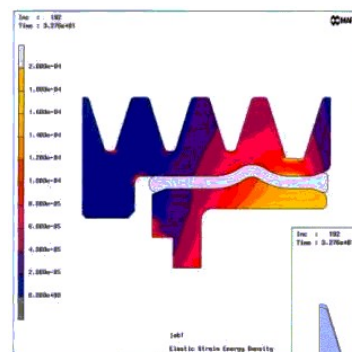
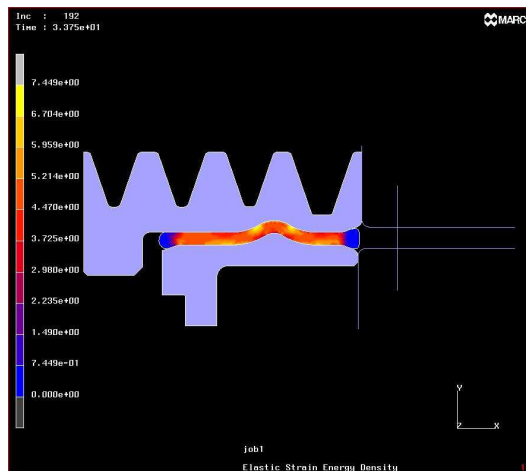
構造解析ソフト・剛塑性解析で可能
内側から圧力

43

<https://minsaku.com/category01/post220/>

参考

製造工程/P D 圧入工程の解析



3次元simulationによる画像

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

SIGMAソフト

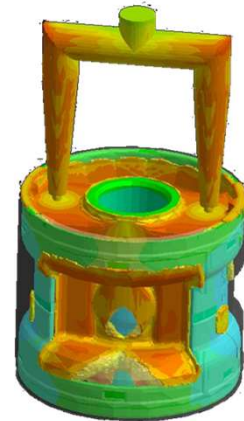
ゴムの注入状況と加硫状況をシミュレートする

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

(これからソフトの性能がうかがえる)



ANSYS流動でもできるかも？

45

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
- II ゴム、樹脂の基本解析
- III ゴムの整形に関する解析
- 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