

MARC解析を公共機関で修得しませんか

だれでもできる解析・CAD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、
3時間程度の実習で修得しています。

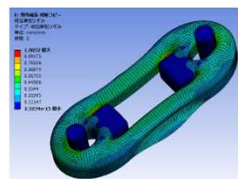
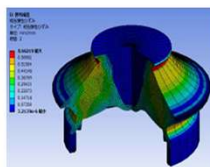
問合せはこちらから
<https://terakoya2018.com/question>

寺子屋/CAE解援隊

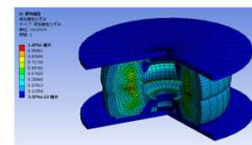
連絡先 hapi@terakoya2018.com

兵庫県立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～

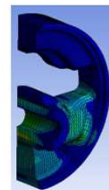
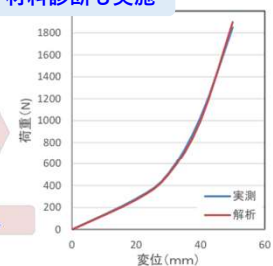


クッションラバーの変形解析



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) ズーミング解析：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

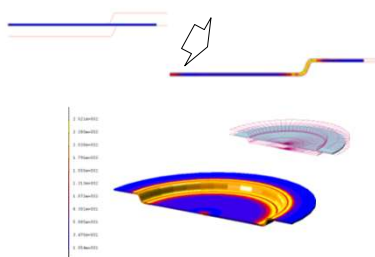
※理論：ゴムのFE解析[書籍]プレゼント、詳細の説明あり。また、オペレーションのみではなく、
順次、**解析の基礎及び注意すべきポイント、ゴムの解析用材料データの構築について説明。**

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。

3

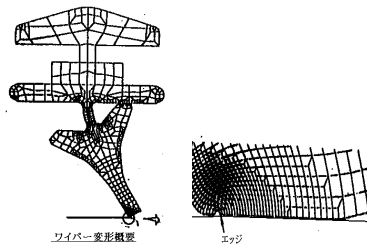
板金の塑性解析

2D解析を3D出力する方法



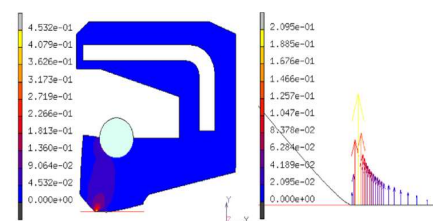
ゴムの平面2D解析

ワイパー断面のリップ詳細解析



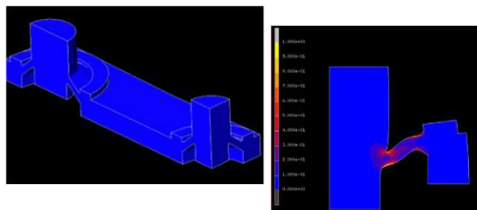
ゴムの軸対称2D解析

シールの面圧解析



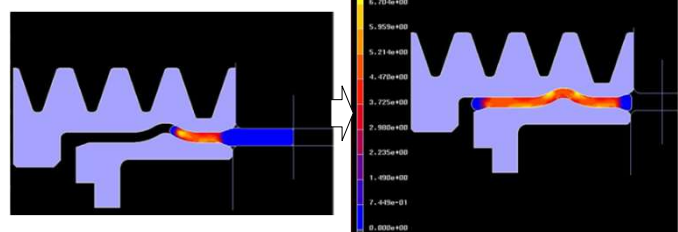
断面の軸対称2D解析

クリック反力解析



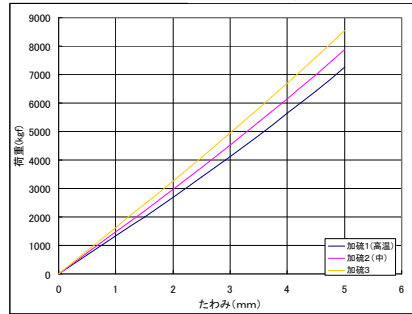
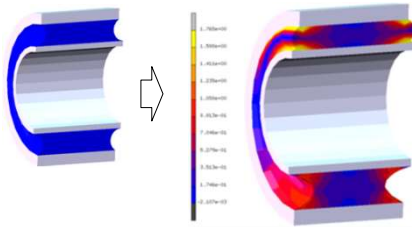
軸対称モデル-ゴムの圧入接触解析

シールの面圧解析



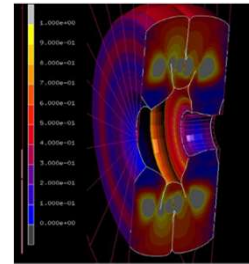
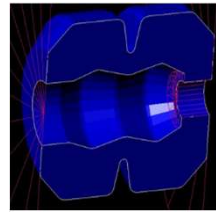
ゴムブッシュの3D解析

変形反力

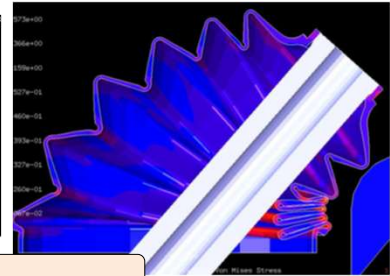
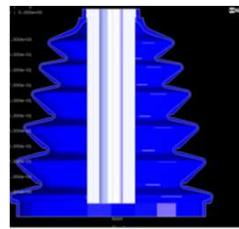


ゴムクッション2D解析～3D展開

変形反力



ブーツの揺動変形解析

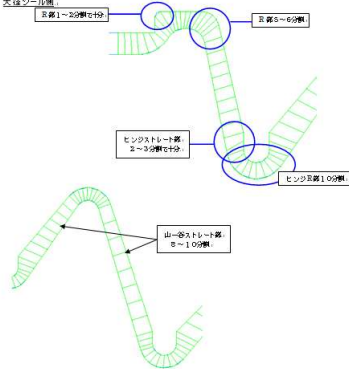


自動化を取り入れて短期間で修得できます。

自動化・手順書絡めて

本書分析は、本プログラムの解析時間にも最も影響を与える因子である為、詳しく説明する。

分割数は極力、下記説明の小さい方を採用のこと。



開発者の簡易解析の為
正式なメッシングではない

【実際に作る・・・】

EXCELに実施した履歴をコピー

3D化

入力すべき項目を赤字で追記

材料
入力

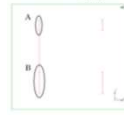
要素のコピー
番号付け
元に戻して
節点共有

隣の出力用シートに反映

自習書・操作手順書も旧ですが現Verに十分対応/提出

MARC/MENTATマニュアル一部

MARC一部

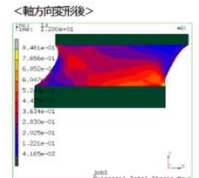


・下部のAとBの線を、それぞれ10分割する。
M / MG
→ CONVERT
→ DIVISIONS
→ 10 10 キーイン
→ GEOMETRY / GEOMETRY — CURVES TO POLYLINES
→ AとBの線を選択して実行

MENTAT自習書一部

→ A部は 0 5 0 キーイン (or B部は0 -5 0)
→ REPETITIONS
→ A部は 1 キーイン (or B部は2)
→ ELEMENTS
→ A部の要素を選択 (or B部)

→ ELEMENT — ADD
→ OK ×2
→ ELEMENT — ADD
→ オレンジ色部分の要素を選択して実行



20名程度、1時間程度の実習で修得しています。

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、ひな型を使って帰帰も簡単です。

※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。

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

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

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

Google 検索 WWW を検索 半センター内を検索

リンク お問い合わせ

HOME 技術支援 センター 概要 お知らせ 主要設備 刊行物 研究開発 産業財産権

HOME > 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え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 富山県南砺市若武新35-1 TEL:0763-22-2141 FAX:0763-22-4604

富山県産業技術研究開発センター (pref.toyama.jp)

- プログラム（案） -

1. ゴムの測定からデータのまとめ方、注意点（最重要）と概要 10:00～10:20

1-1. 短冊、ダンベルでの単軸伸張試験の注意点

実習で行う単軸試験でのセット時のへたり補正方法について説明し、単軸試験でのゴムの挙動を確認します。

1-2. 見かけ上のヤング率について

サンプルの選定、測定方法で本当の剛性が求められないことがあります。

速度依存性を気にする方もいますが、そこはほとんど影響ありません。明確に説明します。

※お問い合わせいただければ資料で説明します。

※ゴム製造メーカーへの上手な問い合わせ方法を提案します。

1-3. 二軸理論と実習前の試験機の操作概要と注意点

ネオフックからムーニー高次関数、またオグデンでの定式化を説明します。

1-4. 試験時にやってはいけない注意点のみ説明します。

2. 単軸試験実習及び二軸試験実習

10:25～14:50

昼食休憩 (12:00～13:00)

4. 単軸及び二軸試験のまとめ

15:00～16:00

EXCELひな形を使って、回帰からエネルギー関数を定義します。

その際に、二軸試験機の制約から正確なヤング率が取れていないので、補正を行います。

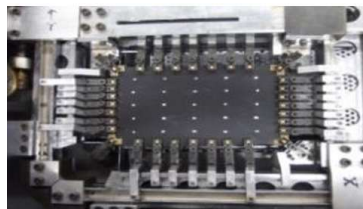
費用：1名30万円、1名追加+5万円/税別 2材料程度 お弁当をご用意します。

現地の二軸試験機



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

※適用の構成則は、元のデータが同じならば
Ogden、Mooney、どれを選んでも同じ精度です。



サンプル取り付け部

動画Youtube:
一軸拘束二軸伸張

<https://youtu.be/k4d9Rw9KEv0>

動画Youtube:
均等二軸伸張

<https://youtu.be/NKkxhFv2-k>

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。

操作手順:一例

測定手順 STEP2:試験条件設定

順番に操作できる
手順書完備



注意) X及びY方向位置合わせ、4か所は触らない
こと(試験場職員のみ設定可能)

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。

どれも数学的表現

ひずみエネルギー密度関数 様々な表現式

5) Mooney高次式

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

今回この係数を求める

6) Ogden

$$W = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i}{\alpha_i} (\lambda_1^{\alpha_i} + \lambda_2^{\alpha_i} + \lambda_3^{\alpha_i} - 3)$$

7) Arruda-Boyce

$$W = nk\theta \left[\frac{1}{2} (I_1 - 3) + \frac{1}{20N} (I_1^2 - 9) + \frac{11}{1050N^2} (I_1^3 - 27) + \frac{19}{7000N^3} (I_1^4 - 81) + \frac{519}{673750N^4} (I_1^5 - 243) \right]$$

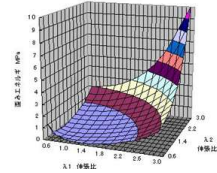
二軸用シートが用意できない方

そんな時、二軸データサンプルの提供

Mooney 3次 ひずみエネルギー密度関数

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

※注意) 必ずしも硬度と剛性に比例関係はありません。最低限、
単軸試験から剛性(ヤング率)確認をお勧めします。



提供の方法

- 1) お試しサンプル：無償提供
- 2) 短冊の測定を基にマッチした材料提供
ヤング率からマッチしたデータ検索
- 3) 短冊もご用意できない方
⇒製品測定と、それを模した解析から推定
いろいろな方法があります。ご相談ください。

ニトリルゴムのサンプル例)

【NBR材】N系(回帰)					N/mm ²	
Gs	C10	C01	C11	C20	C30	
40Hs	2.48981E-01	2.75767E-02	-4.30145E-03	#####	#####	
50Hs	2.86538E-01	3.33478E-02	-4.55062E-03	#####	#####	
60Hs	4.13081E-01	5.65268E-02	-5.58853E-03	#####	#####	
70Hs	6.18743E-01	1.06498E-01	-7.92785E-03	#####	#####	

ご用意可能な材料種と対応硬度

- | | |
|------------------------|------------------------|
| ①天然ゴム(NR)[35-80Hs] | ②スチレンゴム(SBR)[35-80Hs] |
| ③ニトリルゴム(NBR)[35-80Hs] | ④クロロプレンゴム(CR)[48-75Hs] |
| ⑤エチレン・プロピレンゴム[50-80Hs] | ⑥フッ素ゴム[55-80Hs] |
| | ⑦シリコン[35-60Hs] |

他材料、この範囲外の硬度のご相談ください。

Ogden係数の提供もありますが、どの形でも予測精度は同じです。
(Ogdenの場合、変換の手数料を頂きます)

二軸伸張試験、無料・有料(4万円～、複数割あり)の解析用データを提供します。

お問い合わせ先

ホームページに

解析の失敗しない方法、材料定義、効率化・自動化の資料多数
不足分・ご要望に応じて作成します。

お問い合わせください。

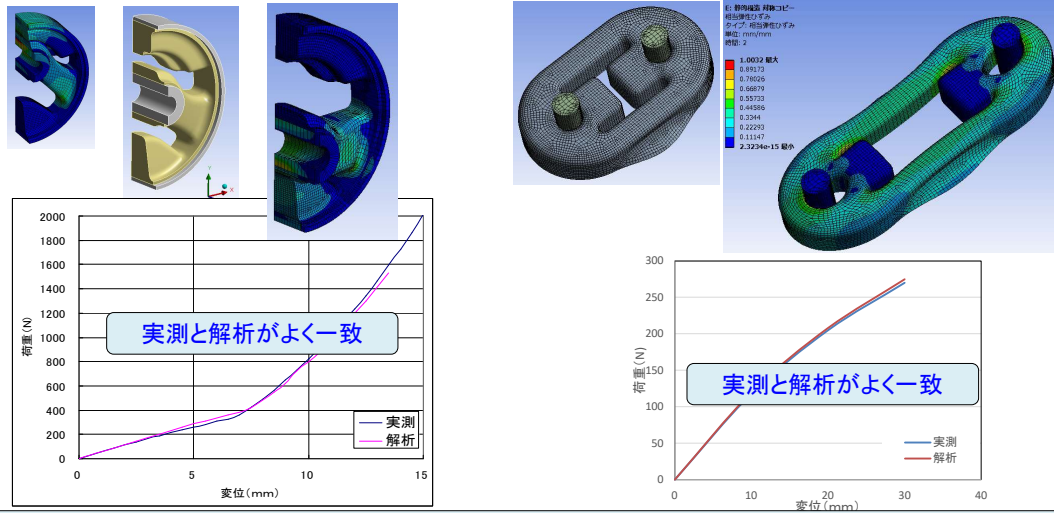
寺子屋 問合せ <https://terakoya2018.com/question>

<https://terakoya2018.com/>

TEL : 080-2230-8785

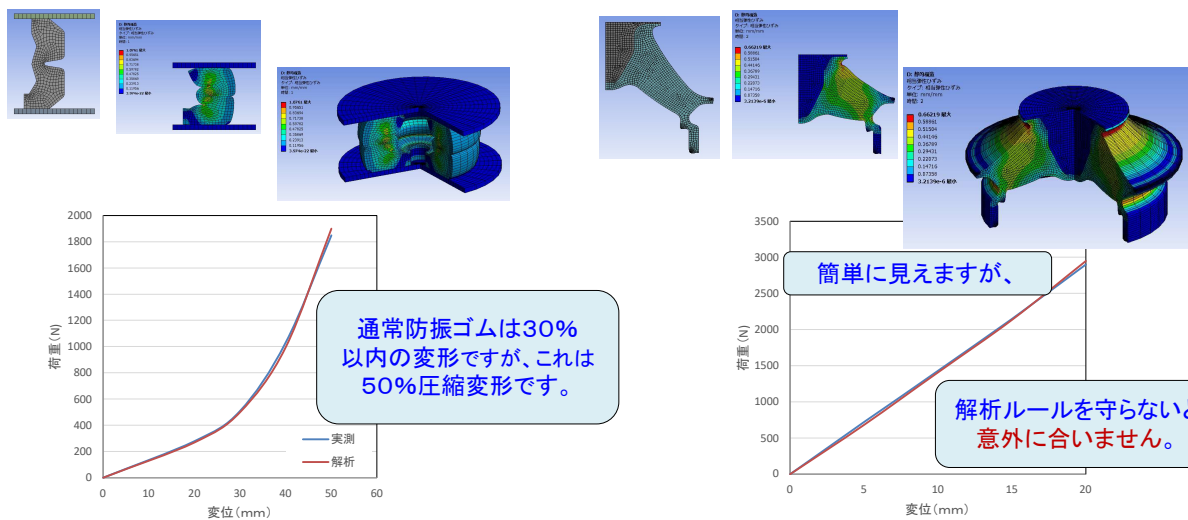
MAIL : hagi@terakoya2018.com

解析事例:ハの字型マウント、マフラーマウントの解析



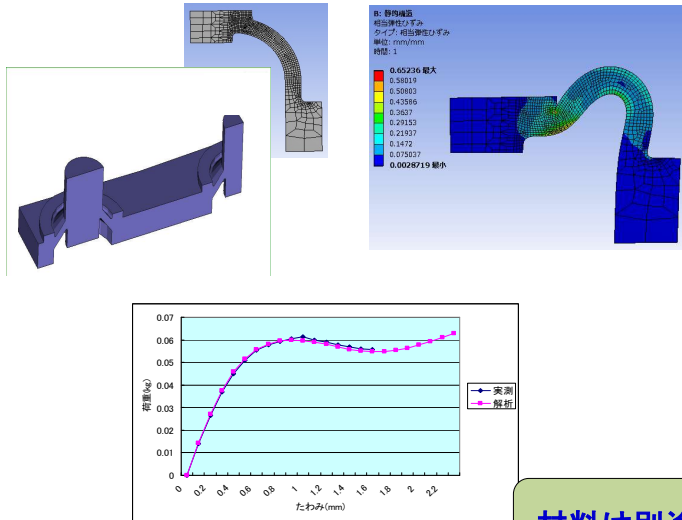
特別な例ではありません。手順を追って。材料を定義すると98%以上、5%誤差程度で予測できます。

解析事例:ラバースプリング、円錐型マウントの変形解析



特別な例ではありません。手順を追って。材料を定義すると98%以上、5%誤差程度で予測できます。

解析事例：ラバーコンタクト クリック特性



メッシュが切れれば
ほとんど解析できます。

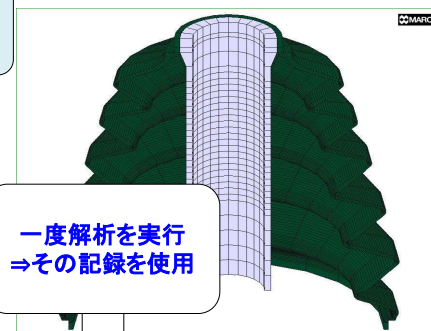
事前打ち合わせから
MARC現地解析

・マニュアル準備
・自動化で次にはそのまま解析
(ひな型でも・・・)

材料は別途定義しますが、ダミーを用意します。

自動化定義例、
マニュアルも承ります。
(現地捜査から作成)

ブーツ解析の自動化

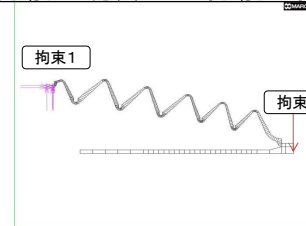


| Version : MENTAT II 2.3.1

```
*select_elements_class
line2
*remove_elements
all_selected
*element_type 10
all_existing
$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$
*select_sets
```

```
all_visible
*select_clear
*select_sets
rigid3
*visible_selected
*expand_curves
all_visible
*store_surfaces rigid3s
```

自動化の方法:CAD自動化と同様



- 1) メッシュ作成、上下の拘束条件設定
要素に“boot” “shaft” という名前付ける
- 2) 解析設定、3D化、順次手動で実行
- 3) 記録をテキストで残す

```
*element_type 10
all_existing
*expand_axito3d_reset
*set_expand_non_equi_angle 1
-10
*set_expand_non_equi_repetitions 1
18
```

実作業の記録

要素分割は、本プログラムの解析時間に最も影響を与える因子である為、詳しく説明する。
分割数は極力、下記説明の小さい方を採用のこと。

開発者の簡易解析の為
正式なメッシングではない

設計・開発者への展開の為 手順書は必要

```

→ MECHANICAL.
→ FIXED_DISPLACEMENT.
→ NODE. ADD.
→ Enter_node_list: 1/2断面の、
  NODEを全て選択する。
(覚書ファイル cvj30-2.mmd 保存)

```

G 自動モデル作成プログラム2 (プロシジャー2) を実行する。

```

UTIL (下のバー) → PROCEDURE EXECUTE →
→ Enter_Proc_File_Name: /disk2/user/cvj30-12.proc

```

H 解析用ファイルの保存。

```

MARC形式: FILES → MARC → WRITE.
→ Enter File Name: FILE_NAME.dat (OKTO Create? Y)
MENTAT形式: FILES → MODEL → SAVE_AS.
→ Enter File Name: FILE_NAME (OKTO Create? Y)

```

I 解析準備。

vi エディタによる解析用ファイルの調整。

剛体としてカップ等は、定義済みなのでカップ等のマージは不要。

資料→解析ファイルの調整を参照に→ファイルを変える。

J 解析の実行。

```

marck2003 -i4 file_name -b n.

```

注) バージョンを MARC2003 とすること。

[実際に作る・・・]

EXCELに実施した履歴をコピー

3D化

材料入力

ブーツ材料

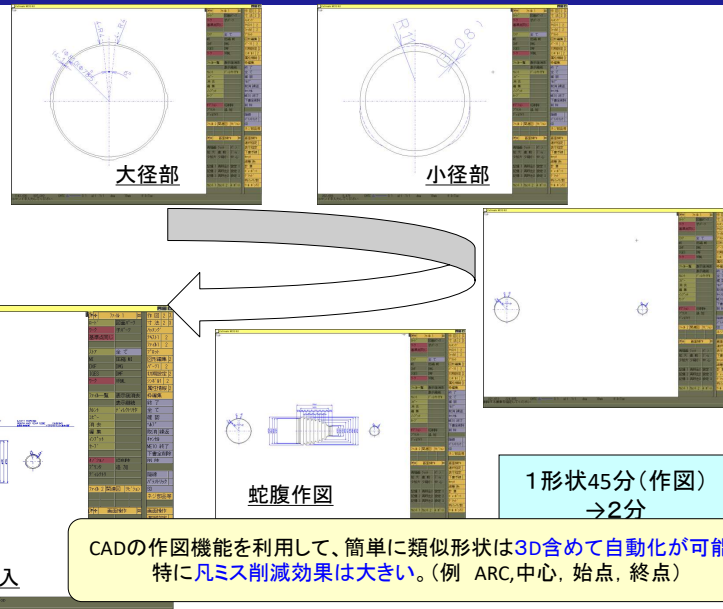
隣の出力用シートに反映

入力すべき項目を赤字で追記

要素のコピー
番号付け
元に戻して
節点共有

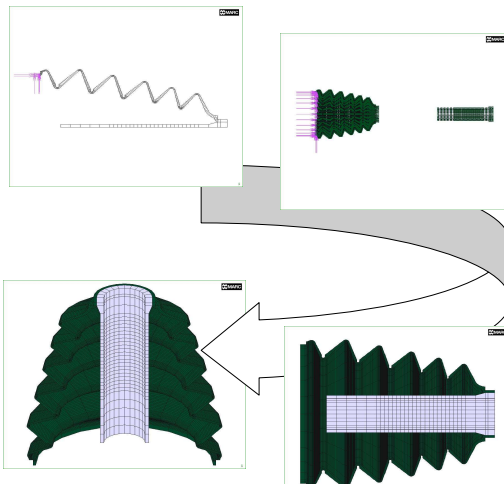
だれでもできる解析・CADの自動化/効率化

2D-CADの自動化 (マクロ実行例)



だれでもできる解析・CADの自動化/効率化

解析の自動化例: 等速ジョイントブーツ



CADの自動化例: 等速ジョイントブーツ

解析結果から3D-CAD作成の自動化



自動化の概要

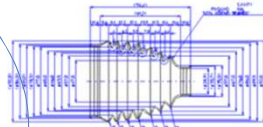
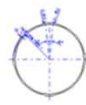
2000年にM S C様のユーザー会で発表

[内容]

- ・ゴム材料のデータベース（ノウハウ公開）
- ・解析の自動化：ブーツやブッシュ、軸対象モデルへ適用

ブーツの図面は複雑

- ・形状の複雑さ
- ・寸法の多さ
⇒寸法まで描画、
設計者のチェック



諸々の検討の為

10～20枚/日 作図

なぜ、必要かは聞き取りから不明

自力自動作図ソフト、
作成のきっかけ

1人専任で1日中作図 ⇒ ストレス

※本来、数枚で済んでいたのでは。⇒無駄？

自動化の依頼

自動化の概要

ストレスの軽減は出来

業者への依頼

見積もりのための打ち合わせ
(1回のみ)



当時、新しい機能
アイソパラメトリック機能

※元図を描いて、寸法ピック
⇒形状変更される



バラバラになる
形状不成立

見積もり見て
⇒外注、無理

打ち合わせ時のキーワード、(ソフト作成する予定の方の) たった一言、
“はじめから寸法入れて描いてしまえば・・・”

⇒???????????? ⇒考える??????

自動化の概要

打ち合わせ時のキーワード、(ソフト作成する予定の方の)たった一言、
“はじめから寸法入れて描いてしまえば・・・”

寸法分かれば描ける

あちこちメール出して
CADの先生探し

CADでの書き方の勉強

EXCELの計算式利用

各部の寸法計算
(三角関数など)

週末、金曜15～17時 CADの基本を教えて頂く

・作図(線を描く、円を描く、フィレットを描くetc.) ・寸法の描き方
・寸法の位置決め ・編集 ・[前回のご指導に対する実行⇒質問](#)

4週、週末の勉強会 ⇒ 終了後大宮で、飲み会

「指導料5万円商品券 + 懇親会費2万円(交通費)」×4

別途、先生の紹介料 商品券5万円 ⇒ 約33万円(交通費含め40万円以下)

金曜の勉強会、土日に忘れないように作業 ⇒ 次週疑問を持って勉強会 ⇒ 自力でソフト作成

自動化の概要

自動化の効果

作図工数 30～50分/枚

3形状(5、6、7山)
右向き、左向き ⇒ 6パターン

寸法入り含めて、平均30分時短として

20日稼働/月 300枚 × 12か月 ×
時給2,000円で

17年(2004年から現在も継続)
計216,000千円 (2億千6百万)

ソフト6パターンの見積もり
42,000千円

2億5千万円削減効果を

ソフトの自作費用 約500千円(授業料+懇親会費用)