

M A R C解析を公共機関で修得しませんか

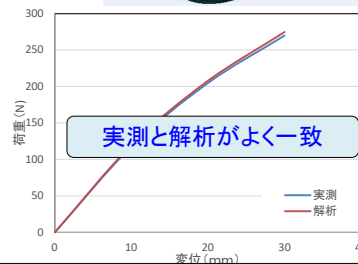
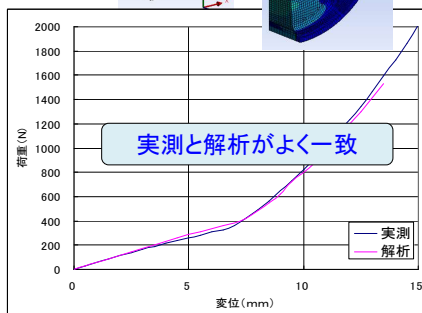
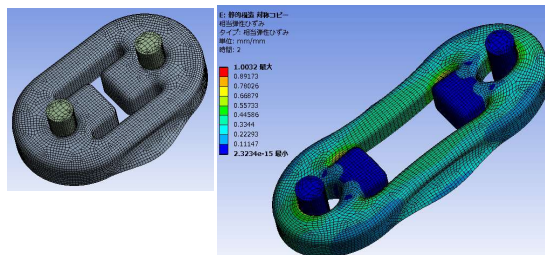
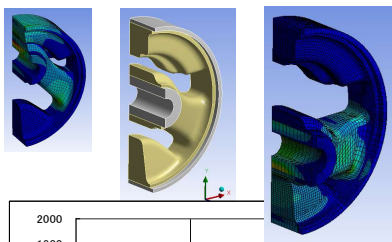
- M A R C解析について
- 自動化の概要
 - 自動化のきっかけとヒントは考えることからでした。
- 自動化の方法
 - ①CADの自動化例 ②FEM解析の自動化例
- FreeCADで簡単な作図を試してみる
- その他の効率化

寺子屋/CAE解援隊

連絡先 hagi@terakoya2018.com

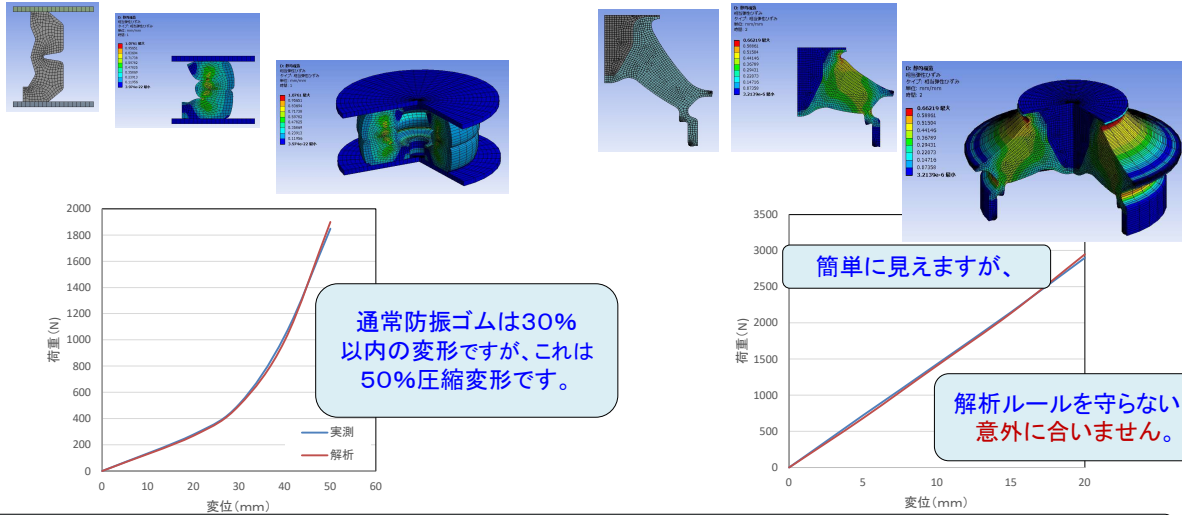
15

解析事例:ハの字型マウント、マフラーマウントの解析



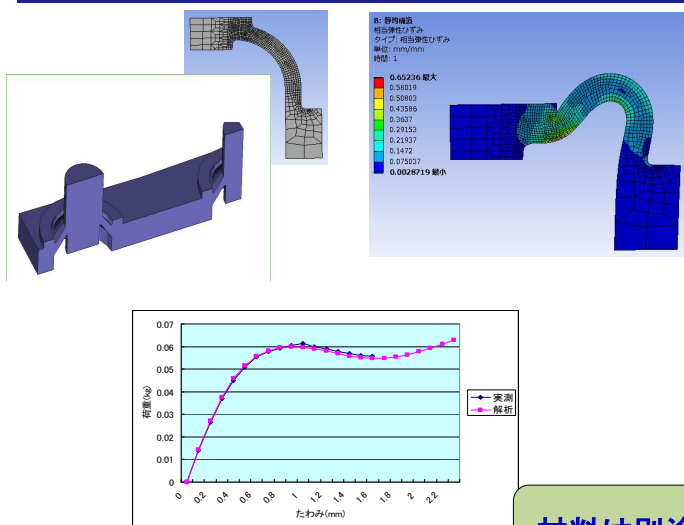
特別な例ではありません。手順を追って。材料を定義すると98%以上、5%誤差程度で予測できます。

解析事例：ラバースプリング、円錐型マウントの変形解析



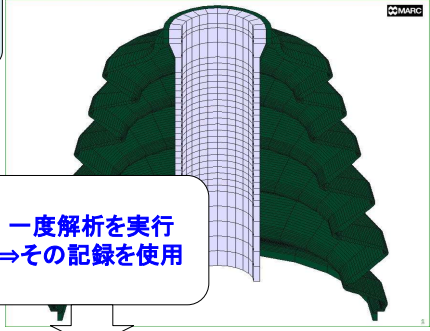
特別な例ではありません。手順を追って。材料を定義すると98%以上、5%誤差程度で予測できます。

解析事例：ラバーコンタクト クリック特性



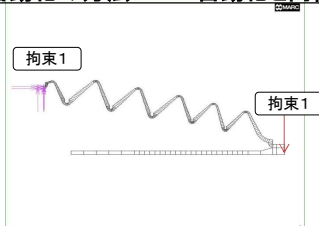
自動化定義例、
マニュアルも承ります。
(現地捜査から作成)

ブーツ解析の自動化



一度解析を実行
→その記録を使用

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

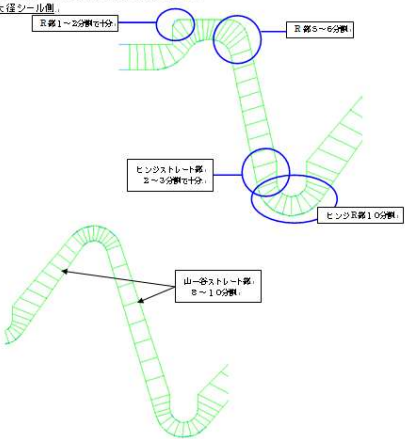
```

| Version : MENTAT II 2.3.1
*select_elements_class      all_visible
line2                       *select_clear
*remove_elements          *select_sets
all_selected                rigid3
*element_type 10           *visible_selected
all_existing               *expand_curves
$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$ all_visible
*select_sets               *store_surfaces rigid3s
rigid3                      18

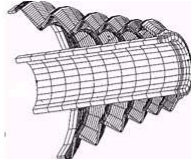
```

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...



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。
(保存ファイル 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) → PROCEDUREEXECUTE →
→ 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)

1) 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、定価済みなのでカップ等のマージは不要。
資料1: 解析ファイルの調整を参照し、ファイルを変える。

2) 解析の実行。
① 解析の実行。
march2003 -file file_name -b n
注) パラメータを MARCH2003 とすること。

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

材料入力

シャフト(金属)材料定義

ブーツ材料

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

ひずみエネルギー密度関数

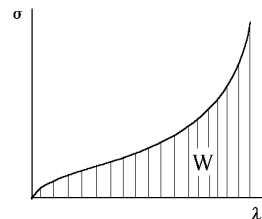
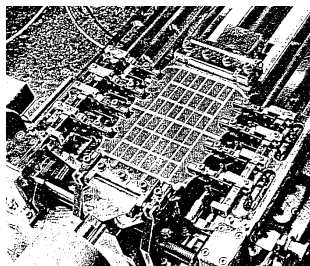
基本式

$$W = W(I_1, I_2, I_3) \quad \text{伸張比 } \lambda = 1 + \varepsilon \quad \text{として表現}$$

$$I_1 = \lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 \quad \text{[対角線効果]}$$

$$I_2 = \lambda_1^2 \lambda_2^2 + \lambda_2^2 \lambda_3^2 + \lambda_3^2 \lambda_1^2 \quad \text{[面積効果]}$$

$$I_3 = \lambda_1^2 \lambda_2^2 \lambda_3^2 = 1 \quad \text{[体積効果]}$$



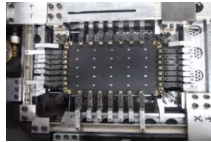
11

ひずみエネルギー密度関数

二軸試験機



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



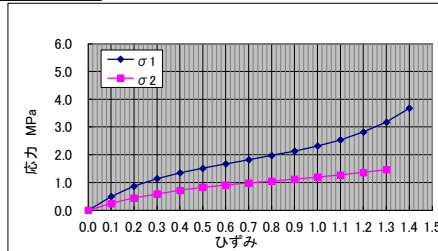
サンプル取り付け部

ゴム協会発行
ゴム材料の基礎に掲載の
配合を基準にした材料から
mooney3次係数算出

最も単純な材料表現

Neo-Hookeanモデル

$$W=C_{10}(I_1-3)$$



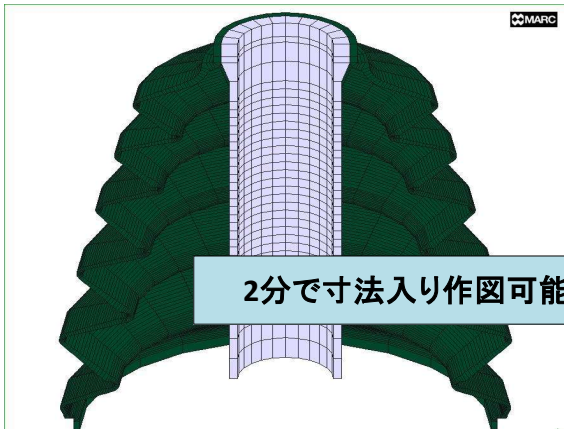
二軸からのひずみエネルギー密度関数定義
予測精度アップの近道です。

非常に高価な為簡易試験機を提案

だれでもできる解析・CADの自動化/効率化

概要

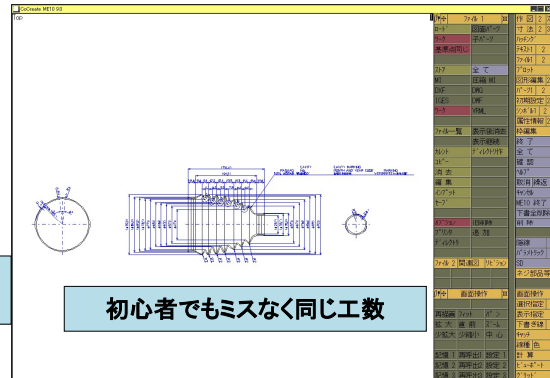
解析の自動化例:等速ジョイントブーツ



2分で寸法入り作図可能

断面メッシュと簡単な名前付けで
設計担当が結果処理まで30分で解析可能

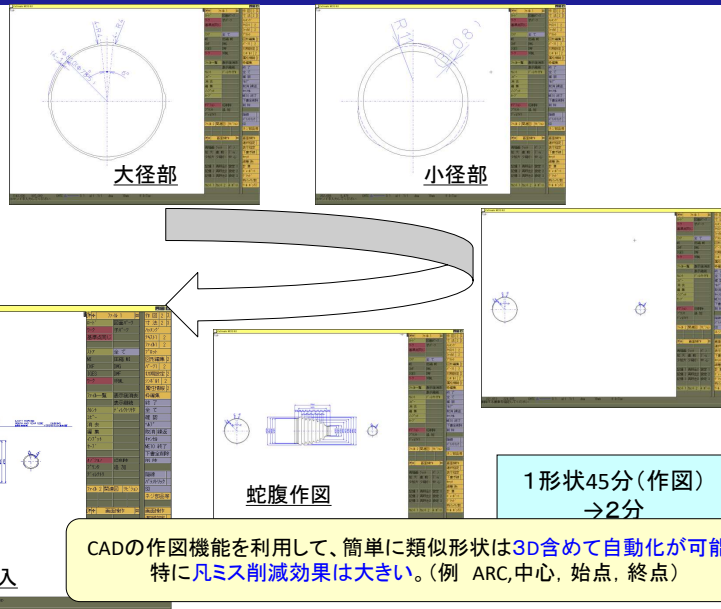
CADの自動化例:等速ジョイントブーツ



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

だれでもできる解析・CADの自動化/効率化

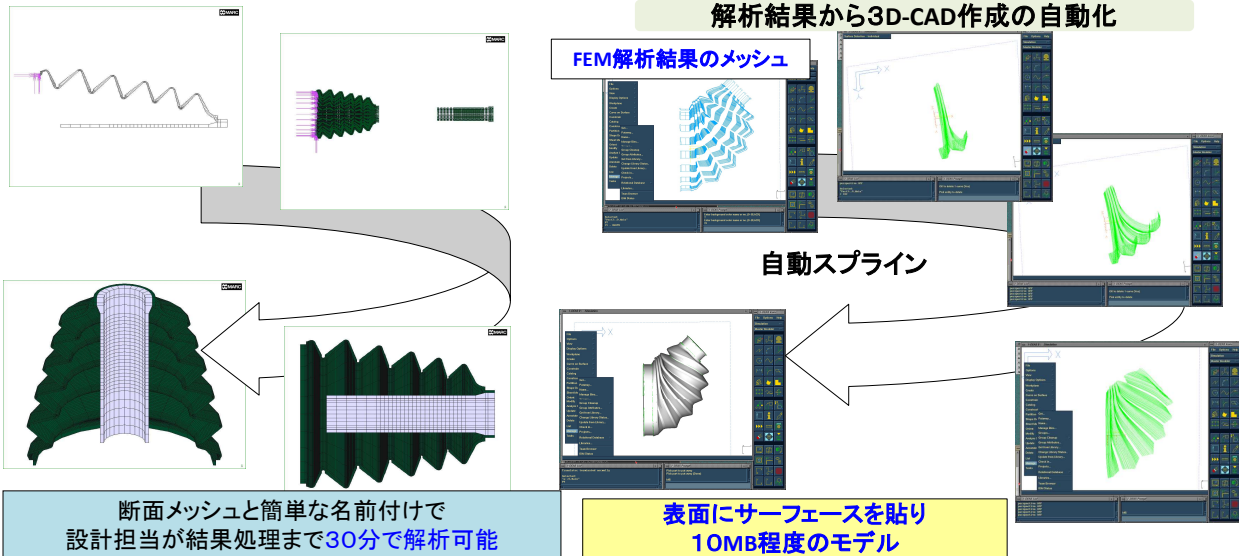
2D-CADの自動化
マクロ実行例)

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

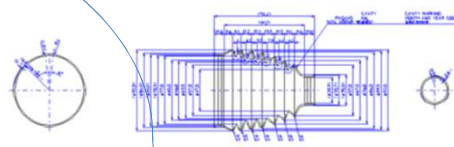
2000年にM S C様のユーザー会で発表

[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

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？

自力自動作図ソフト、
作成のきっかけ

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

見積りのための打ち合わせ
(1回のみ)

見積もり見て
⇒外注、無理

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

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 × 17年(2004年から現在も継続)
 時給2,000円で 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)

自動化の方法

CAD(ブーツ)自動化

設計者が必ず行う
検討シートを利用します。

初期と変形後寸法

EXCELで各部の寸法計算

小径側下記寸法a-eを入力のこと。

内径 a	28.9
外径 b	32.1
高さ c	35
半径 d	6

下記寸法を入力のこと

山径	84
山径内径	80
山径高さ	13.0
山径内径	11.6

大径側下記寸法a2-e2を入力のこと。

高さ a2	84
外径 b2	81
内径 c2	78.5

山径寸法 - 外径(半径) R 肉厚

外径	R寸法	肉厚
1山	57	2 1
2山	67	2 1
3山	76	2 1
4山	85	2 1
5山	89.5	2 1
6山	92	2 1
7山	92	2 1

下記は計算から得られた寸法であるため、再入力不可。

径	Ax	Bx	Cx	Dx
山径	84	17.5	84	23.5
山径内径	80	16.85	80	22.85
山径高さ	13.0			
山径内径	11.6			

自動化の方法

[EXCELシートを追加して寸法抽出 & 算出]

[CAD言語との合体 マクロ]

寸法抽出

山、谷部寸法
接線を引く(内積計算)

内積を取り直交性等確認

山径	開始x	開始y	中心x	中心y	終点x	終点y	中心x
1山	76.27995	27.182	74.4	28.5	73.366	28.2118	7
2山	64.91476	32.078	63	33.5	61.966	33.2118	7
3山	53.61063	36.591	51.7	38	50.657	37.70674	5
4山	39.70654	41.604	37.8	43	36.028	41.92674	3
5山	27.57695	43.441	25.7	44.75	23.938	43.69549	2
6山	15.40887	44.597	13.5	46	11.713	44.89871	1
7山	6.281863	44.677	4.4	46	2.8932	45.31507	1

自動化の方法

MACRO形式の書き出し

Microsoft Excel - 7山タイプ設計andモテリングA-TYPE.xls

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
46	LOCAL	WM21	LOCAL	WM25	LOCAL	WM28						
47	LOCAL	WM22	LOCAL	WM26	LOCAL	WM29						
48	LOCAL	WM29										
49	LOCAL	BBB1	LOCAL	BBB2	LOCAL	BBB3						
50	LOCAL	BBB4	LOCAL	BBB5	LOCAL	BBB6						
51	LOCAL	BB1	LOCAL	BB2	LOCAL	BB3						
52	LOCAL	BB4	LOCAL	BB5	LOCAL	BB6	198	LET	R9C1	(PNT_XY	43.025	31.75)
53	LOCAL	BB11	LOCAL	BB21	LOCAL	BB31	197	LET	R4C1	(PNT_XY	31.525	33)
54	LOCAL	BB41	LOCAL	BB51	LOCAL	BB61	198	LET	R6C1	(PNT_XY	18.925	33)
55	LOCAL	OC3	LOCAL	OC4			199	LET	R6C1	(PNT_XY	8.625	
56	LOCAL	RRRR	LOCAL	RRR2			200	LET	R1C2	(PNT_XY	67.55	
57	LET	W	(PNT_XY	77.99779	20.54551)		201	LET	R2C2	(PNT_XY	56.15	
58	LET	WR	(PNT_XY	77.99779	-20.5455)		202	LET	R3C2	(PNT_XY	43.025	
59	LET	Z3	(PNT_XY	1.123288	41.76627)		203	LET	R4C2	(PNT_XY	31.525	
60	LET	Z4	(PNT_XY	1.123288	-41.7663)		204	LET	R5C2	(PNT_XY	18.925	
61	LET	P1S	(PNT_XY	75.32134	26.88875)		205	LET	R6C2	(PNT_XY	8.625	
62	LET	P1I	(PNT_XY	74.4	27.5)		206	LET	R6C2	(PNT_XY	8.625	
63	LET	P1IE	(PNT_XY	73.73939	27.24568)		207	ARC	THREE_PTS	P1S P1IE P1II		
64	LET	R1S	(PNT_XY	68.68272	22.73235)		208	LINE	WHITE	SOLID	W P1S	
65	LET	R1I	(PNT_XY	67.55	22.3)		209	ARC	THREE_PTS	R1S R1IE R1II		
66	LET	R1IE	(PNT_XY	65.89572	23.6084)		210	LINE		R1IE R2IS		
67	LET	P2S	(PNT_XY	63.97911	31.73095)		211	ARC	THREE_PTS	P2S P2IE P2II		
68	LET	P2I	(PNT_XY	63	32.5)		212	LINE		P2IE R2IS		
69	LET	P2IE	(PNT_XY	62.33939	32.24568)		213	ARC	THREE_PTS	R2IS R2IE R2II		
70	LET	R2S	(PNT_XY	57.28272	27.73235)		214	LINE		R2IE R3IS		
71	LET	R2I	(PNT_XY	56.15	27.3)		215	ARC	THREE_PTS	R3IS P3IS P3II		
72	LET	R2IE	(PNT_XY	54.49661	28.60483)		216	LINE				
73	LET	R3S	(PNT_XY	52.67258	36.23257)		217	LINE				
74	LET	P3I	(PNT_XY	51.7	37)		218	LINE				
75	LET	P3IE	(PNT_XY	51.05249	36.76205)		219	LINE				
76	LET	R3IS	(PNT_XY	44.28785	31.014)		220	LINE				
77	LET	R3I	(PNT_XY	43.025	30.55)		221	LINE				
78	LET	R3IE	(PNT_XY	41.13611	32.01565)		222	LINE				
228	LINE						289	TEXT			BBB5	
											BBB6	

これらをテキスト形式で書き出す。
チェックしやすいように3分割

ブーツ解析の自動化

ABAQUS

- ・リプレイファイル ・マクロファイル
- ・・・に下記のように保存される

```
# -*- coding: mbc8 -*-
##
## ABAQUS/CAE Version 5.6-1 replay file
## Internal Version: 2006_03_22-16.31.34 89548
## Run by T8179 on Thu Oct 19 14:14:05 2006
##

# from driverUtils import executeOnCaeGraphicsStartup
# executeOnCaeGraphicsStartup()
# : onCaeGraphicsStartup() を site ディレクトリで実行中...
from abaqus import *
from abaqusConstants import *
session.Viewport(name='Viewport: 1', origin=(0, 0, 0), width=193, 4375,
height=153, 75)
session.viewports['Viewport: 1'].makeCurrent()
session.viewports['Viewport: 1'].maximize()
from caeModules import *
from driverUtils import executeOnCaeStartup
executeOnCaeStartup()
s = mdb.models['Model-1'].ConstrainedSketch(name='_profile_',
sheetSize=200, 0)
z, v, d, c = b.geometry, s.vertices, s.dimensions, s.constraints
s.setPrimaryObject(option=STANDALONE)
s.rectangle(point1=(0, 0, 0), point2=(-35, 0, 25, 0))
s.EllipseByCenterPerimeter(center=(15, 0), majorDimension=7.5406494140625,
axisPoint1=(-15, 8638210296631, 6.40243864059448), axisPoint2=(-
-12, 737398529053, -9.24796676635742))
s.Line(point1=(-26, 8191051483154, 12, 5203237533569), point2=(-30, 0, -5, 0))
s.Line(point1=(-30, 0, -5, 0), point2=(-15, 1524391174316, -12, 2357717919923))
s.Line(point1=(-15, 1524391174316, -12, 2357717919923), point2=(0, 0, 0))
s.Line(point1=(0, 0, 0), point2=(-12, 126748154641, 15, 0))
s.PerpendicularConstraint(entity1=g[10], entity2=g[11])
s.Line(point1=(-12, 1126748154641, 15, 0), point2=(-23, 1199169158936,
19, 7764205922617))
s.Line(point1=(-23, 1199169158936, 19, 7764205922617), point2=(-35, 0,
15, 223575592041))
s.CoincidentConstraint(entity1=v[12], entity2=g[4])
s.Line(point1=(-35, 0, 15, 223575592041), point2=(-42, 8963394165039,
1, 84959352016449))
s.Line(point1=(-42, 8963394165039, 1, 84959352016449), point2=(-5, 33536672592163,
25, 0))
```

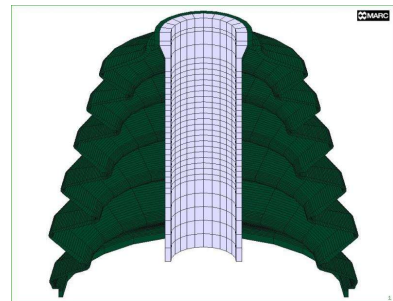
ANSYS、ADINAも同様/サポートに確認して使用

MARCの解析設定概要

revolve180deg.prc

- | Version : MENTAT2005
- *reset_view
- *fill_view
- *set_sweep_tolerance
- 0.01
- *sweep_all
- *remove_unused_nodes
- *remove_unused_points
- *set_expand_rotations
- 5 0 0
- *set_expand_repetitions
- 36
- *expand_elements
- all_existing
- *fill_view
- *sweep_all
- *remove_unused_nodes
- *select_sets
- out
- *duplicate_reset
- *set_duplicate_translations
- 400 0 0
- *duplicate_elements
- all_selected
- *remove_elements

解析モデル作成プロシジャ



180° 拡張展開
2D ⇒ 3D

```

1  A      B      C      D
2  revolve180deg_proc
3
4  | Version : MENTAT2005
5  #reset_view
6  #fill_view
7  #set_sweep_tolerance
8  0.01
9  #sweep_all
10 #remove_unused_nodes
11 #remove_unused_points
12 #set_expand_rotations
13 -5 0 0
14 #set_expand_repetitions
15 36
16 #expand_elements
17 all_existing
18 #fill_view
19 #sweep_all
20 Sheet1
    
```

別シートで入力・計算⇒参照

入力

180° 拡張/2D⇒3D		
X軸回り	Y軸回り	Z軸回り
-5	0	0° 毎拡張
(マイナス) モデルを作る側/断面が見える側		
拡張繰り返し数	←計算値	
36		計算=180/上の角度(-5)

*sweep_all
*remove_unused_nodes
*remove_unused_points
*set_expand_rotations
-5 0 0
*set_expand_repetitions
36
*expand_elements
all_existing

FreeCADで簡単な作図をしてみる

FREE-CADの例

2D作図

点を描く

線分を描く

弧を描く

円を描く

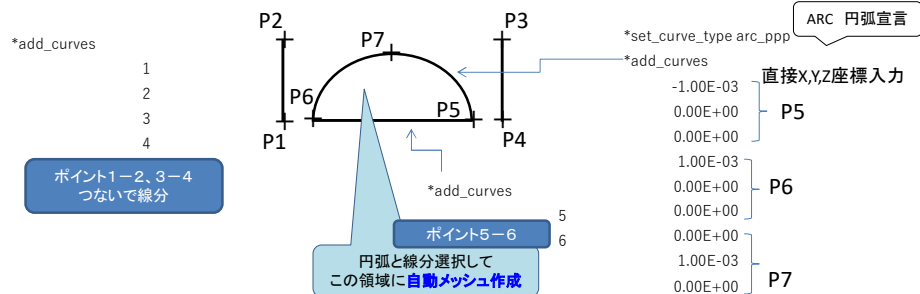
連続線を描く

矩形を描く

他のソフトでも同様
コマンド(履歴)が書き出される

FreeCADで簡単な作図を試みる

点と点、直接座標入力で点作成、円弧作成など必ずスクリプトが残ります。



どのソフトも操作するとこの記録が残ります。
表面上画面に出なくても、ファイルに保管されます。⇒これを使って自動化

ソフトのクセを探して(サポートに確認して誰でも自動化ソフトが作れます。
⇒ バグ取りは、単なる気力の問題で若者向きです、

自動化の効果

自動化は工数削減だけではない

①工数削減

90%以上の工数削減可能な方法もあります。

②ミス防止、ストレス軽減

忙しくなると凡ミスも増える、初心者でも同じ品質の作図、解析が可能

③考える時間の捻出

単純作業時間を削減、より深く考える時間の創出

手順書、教育のシステム化から
スキルアップ、裾野知識を広げ開発に役立つ

人間の行動心理・・・失敗は繰り返しやすい
効率化から時間の捻出

お問い合わせ先

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

<https://terakoya2018.com/>

MAIL : hagi@terakoya2018.com