

日本図学会東北支部講演会(仙台)、2007年12月15日

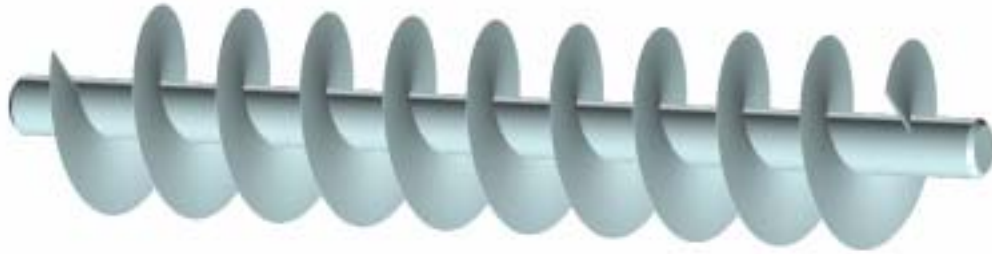
羽根板の曲げ成形の3D - FEM解析

いわき明星大学

加藤 篤史
高 三徳

研究の背景

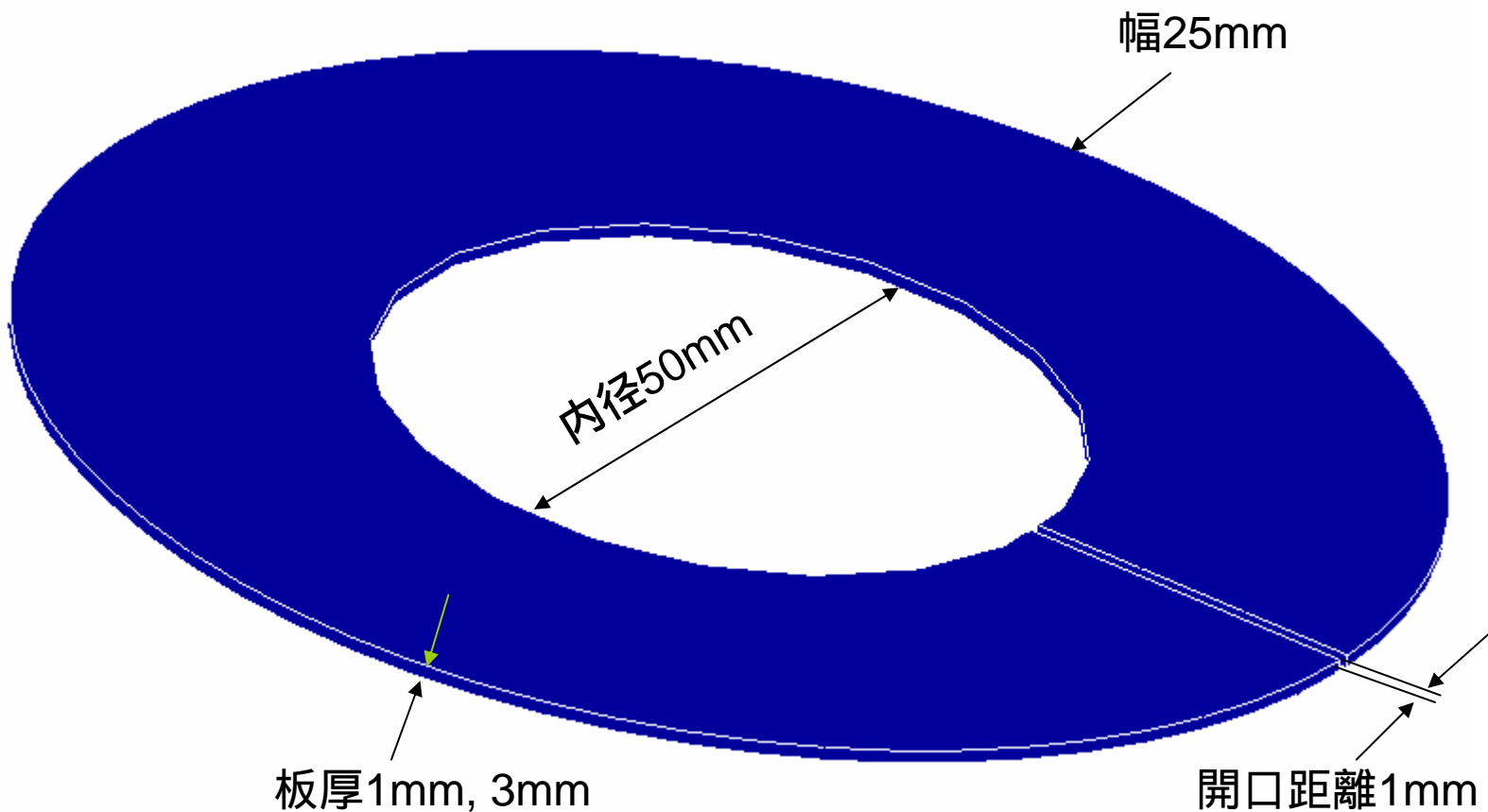
スクリューは気体・液体・粒状の物質の輸送機械、タービン、ポンプ等に使われる。金属スクリューの羽根板はプレスでの曲げ加工で成形するのは多い。



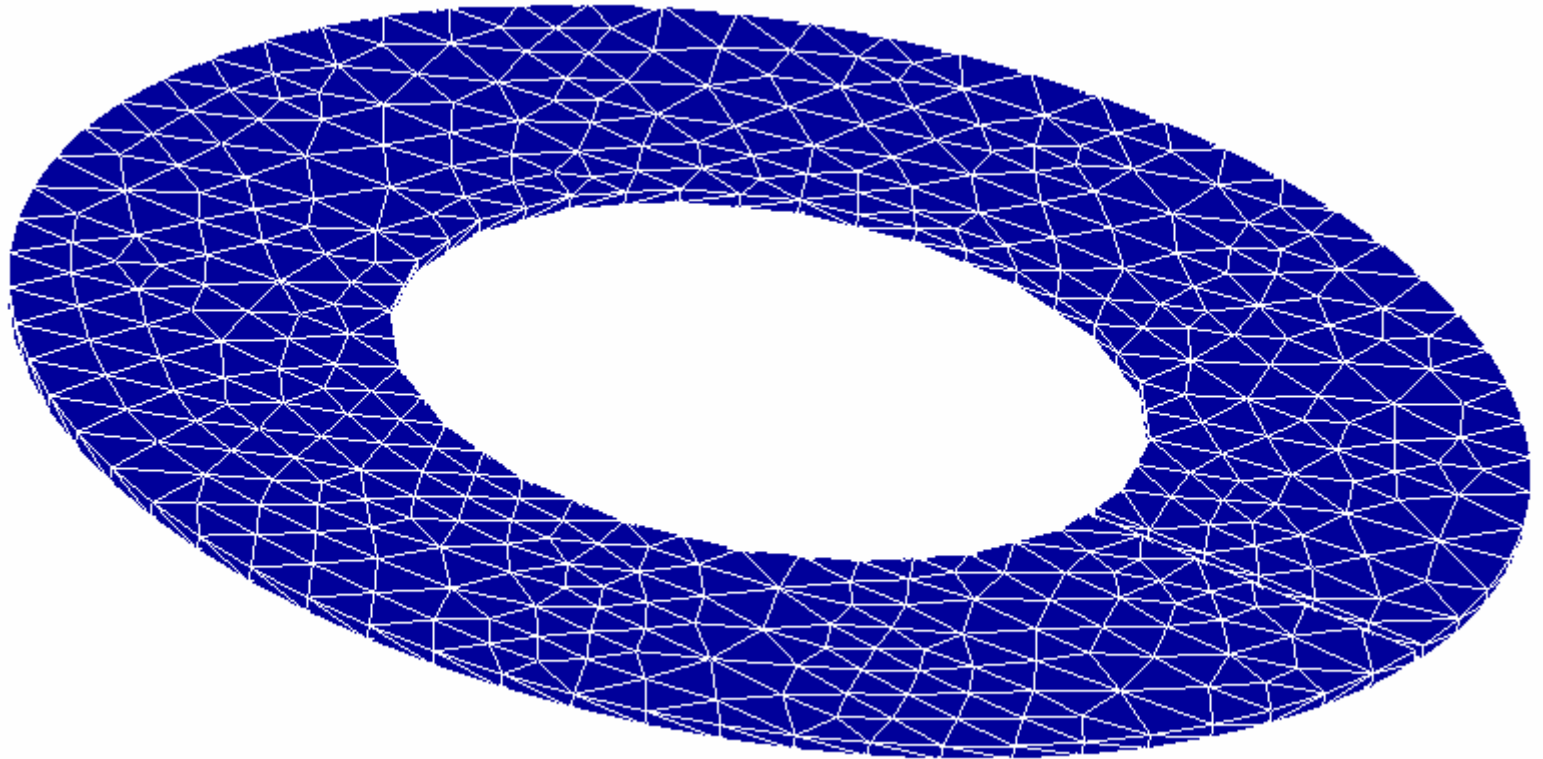
研究の目的と内容

スクリーンの曲げ成形機械の開発における機構設計(パンチと台の配置及び傾斜角度の設計等)の技術支援のために、有限要素法(FEM)ソフトMSC.Marcの接触計算機能を用いて、羽根板の曲げ成形の解析モデルを作成し、成形挙動、変形量、応力分布、残留応力、スプリングバック等を解析する。

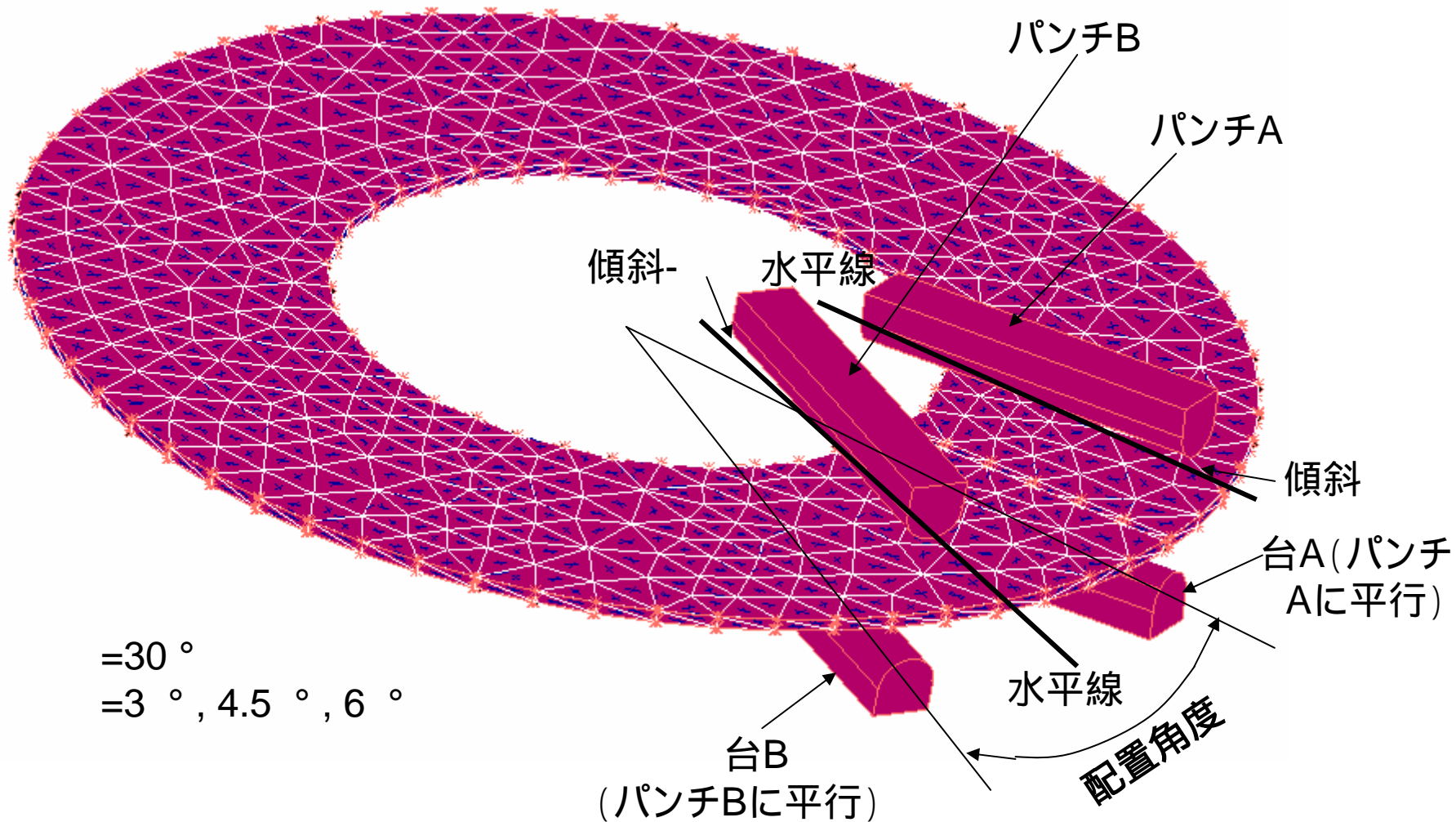
板材のモデルの作成



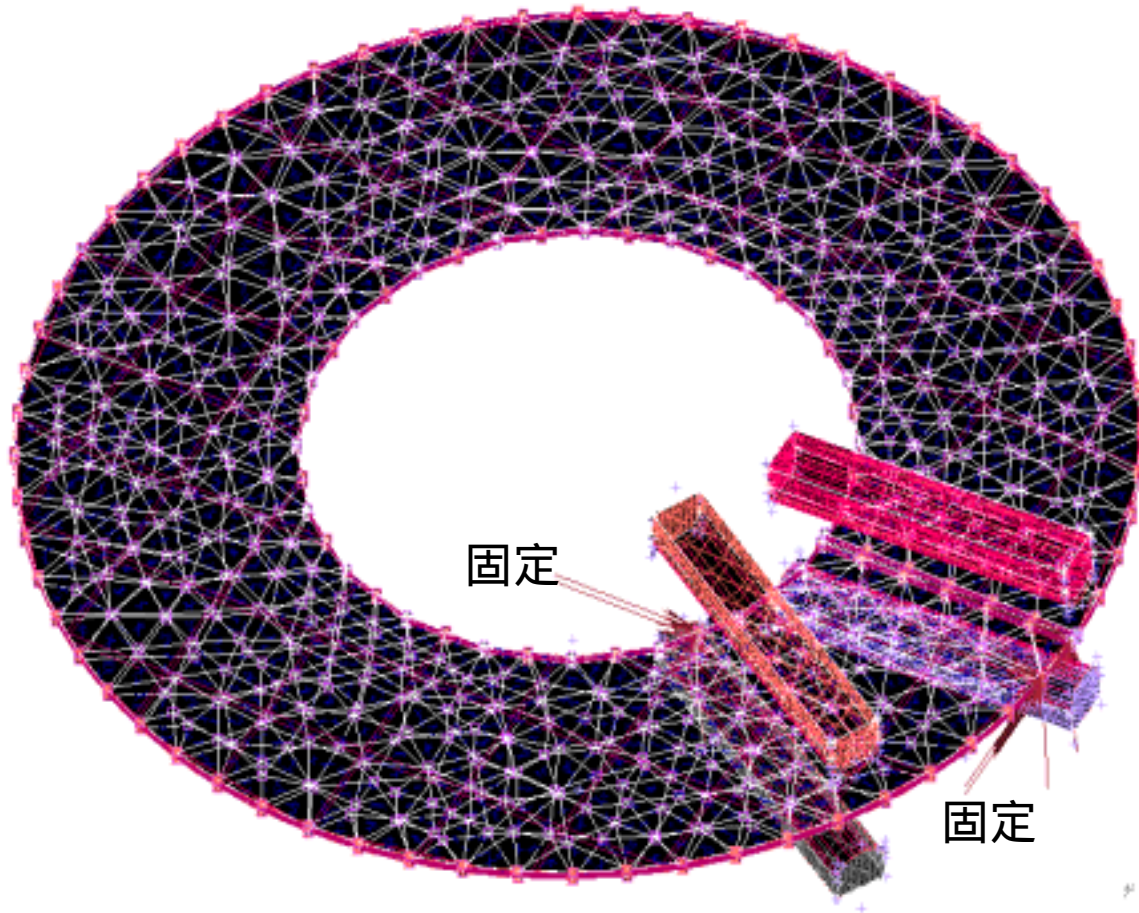
メッシュの作成



パンチと台 (2対) のモデルの作成



境界条件の設定



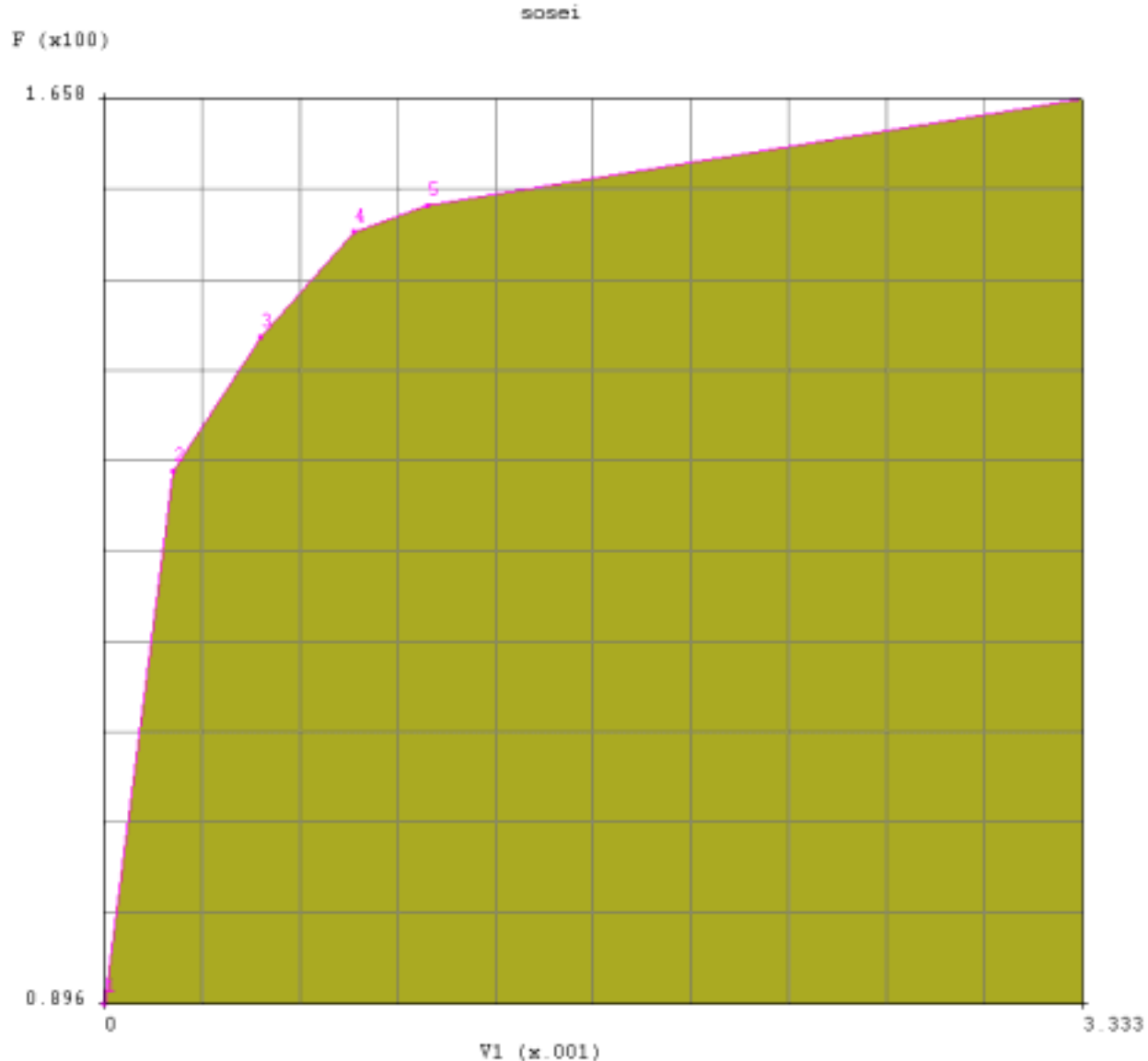
材料特性の設定

1. 板材

アルミ合金:

- ヤング率
6.895e+10 Pa
- パアソン比
0.3
- 密度
2.65e-5kg/mm³
- 塑性変形特性

ひずみ	応力 (Pa)
0	89635000
0.7e-3	134452500
1.6e-3	146553225
2.55e-3	154597392
3.3e-3	156861250
10e-3	165824416



2. パンチ及び台

剛性体

パンチの移動速度の設定

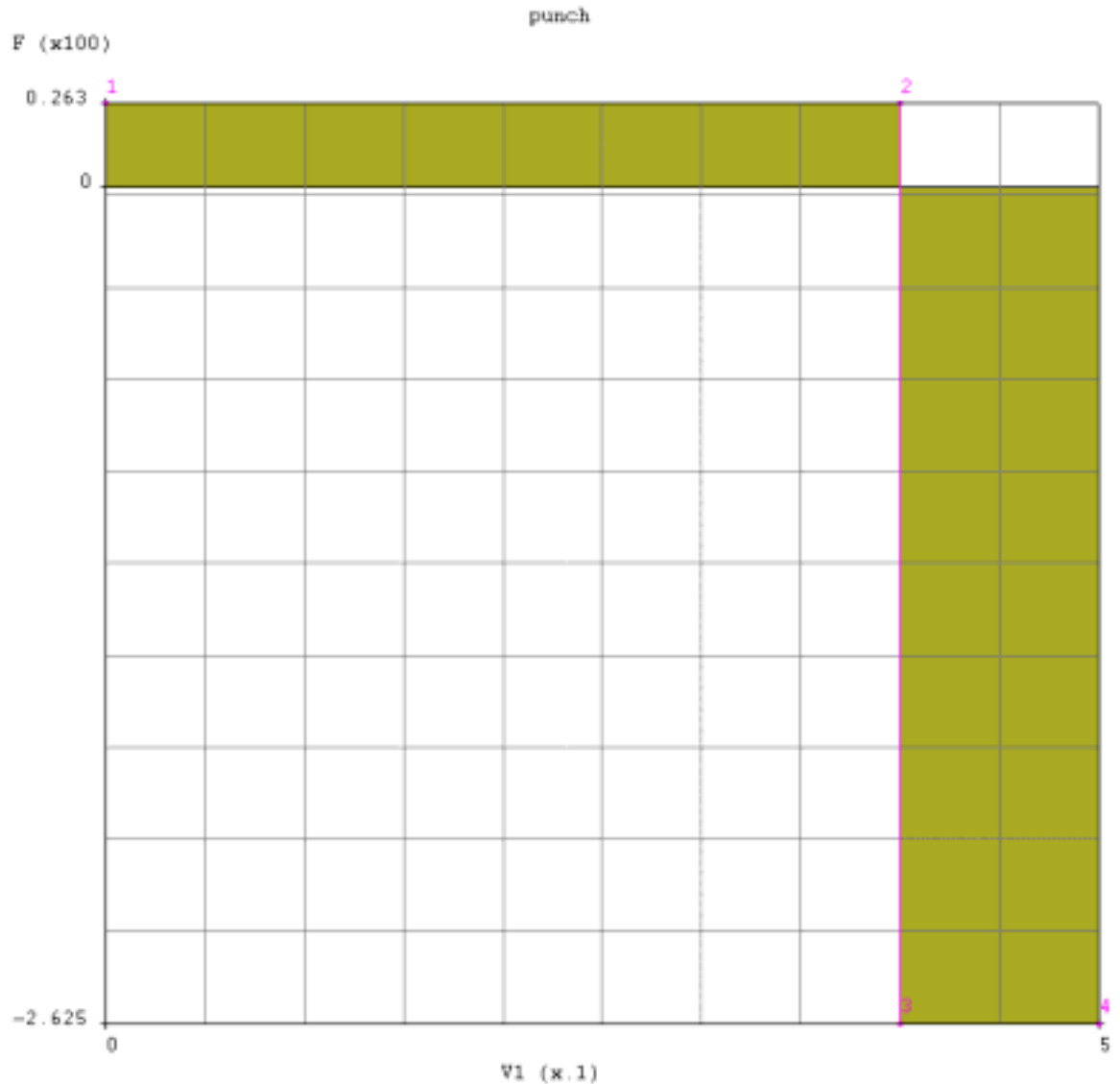
移動距離: 10.5mm

押込時間: 0.4秒

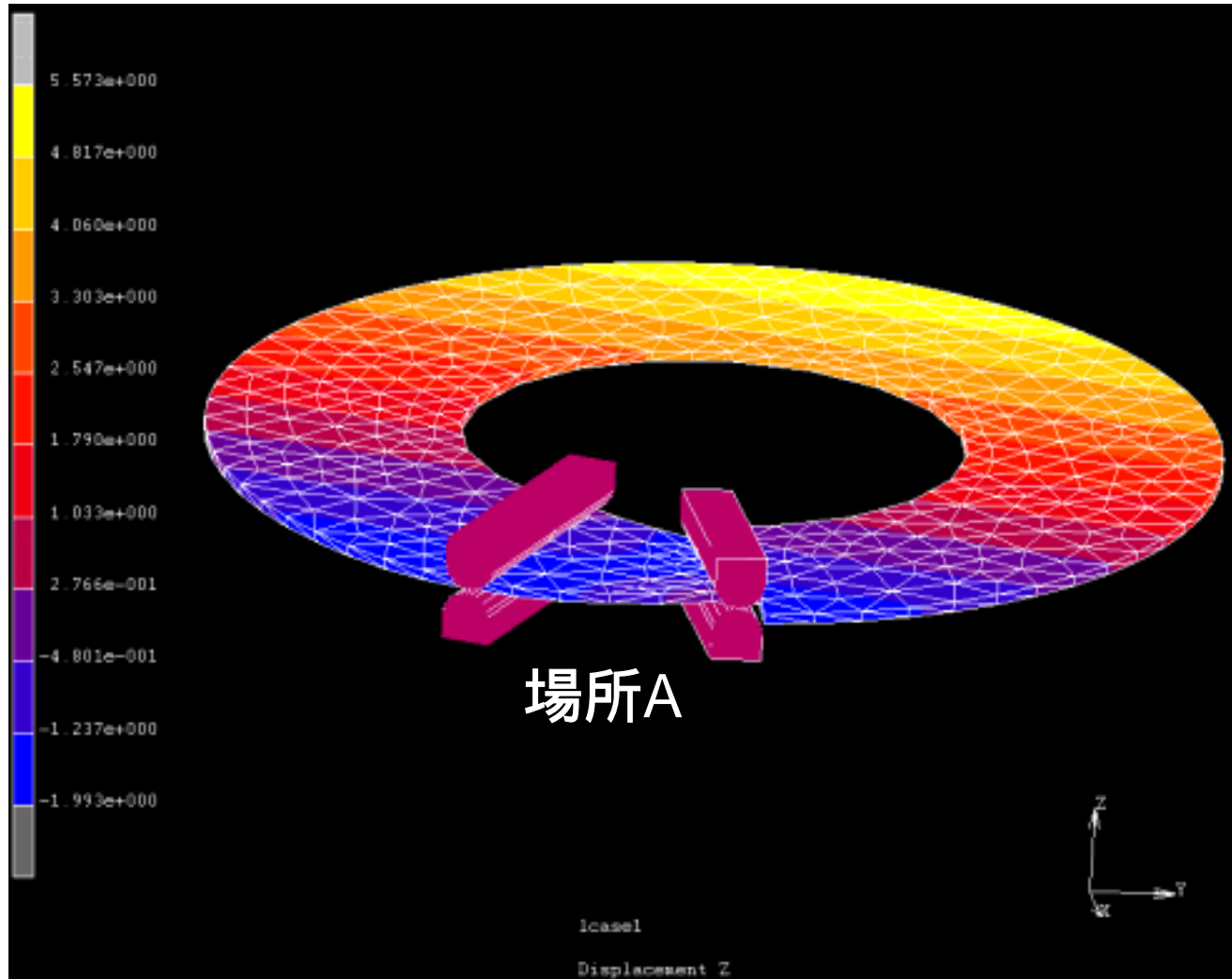
押込速度: 26.3mm/s

戻り時間: 0.1秒

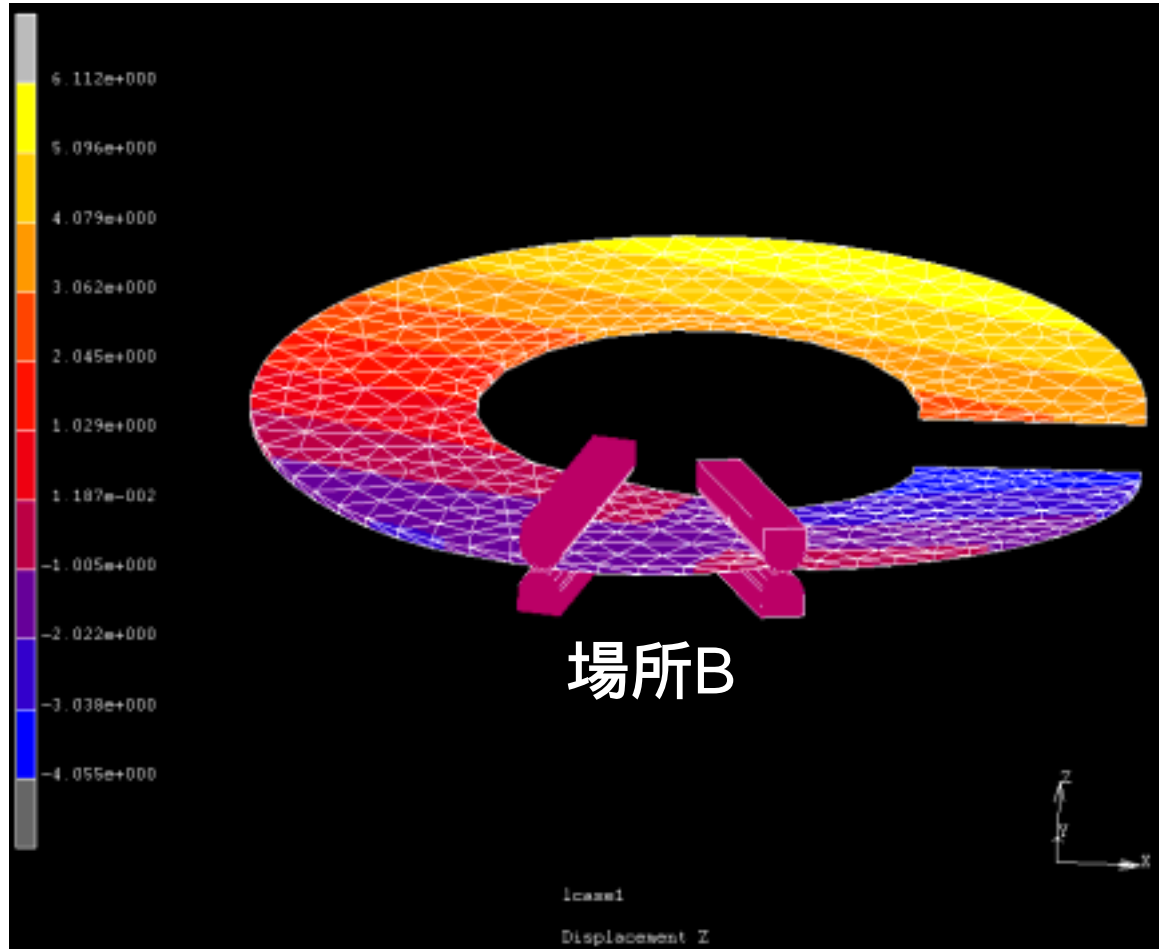
戻り速度: -262.5mm/s



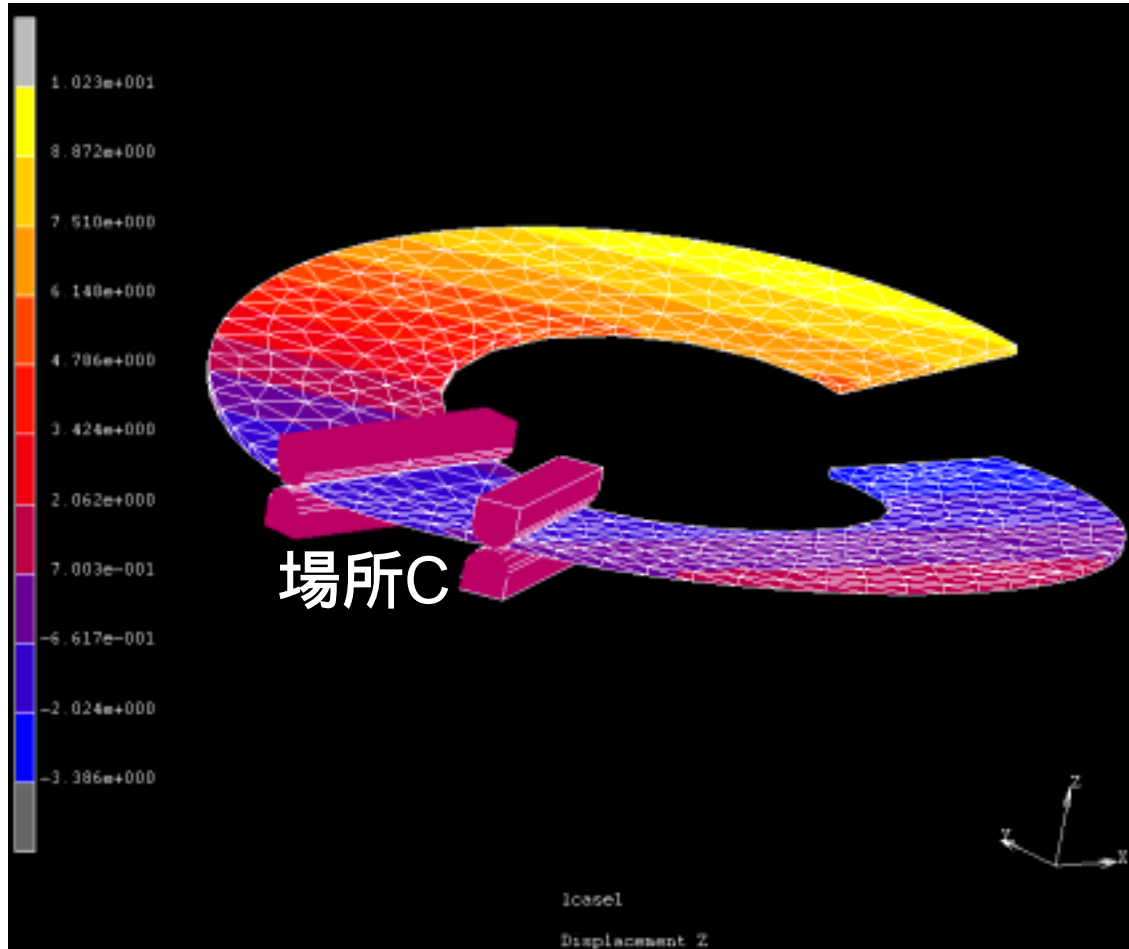
ピッチ方向の変形



ピッチ方向の変形



ピッチ方向の変形



開口距離の計算値

Z_i : 内開口距離

Z_m : 幅中間の開口距離

Z_o : 外開口距離

(AI 場所A 厚さ=1)

開口距離	$\theta = 3^\circ$	$\theta = 4.5^\circ$	$\theta = 6^\circ$
ΔZ_i	1.2402	1.1634	1.6734
ΔZ_m	0.1692	0.823	0.053
ΔZ_o	1.6557	1.1284	1.5553

(AI 場所A 厚さ=3)

開口距離	$\theta = 3^\circ$	$\theta = 4.5^\circ$	$\theta = 6^\circ$
ΔZ_i	1.7256	2.3055	2.8702
ΔZ_m	0.6189	1.7738	1.6446
ΔZ_o	1.2148	1.1284	2.9428

(AI 場所B 厚さ=1)

開口距離	$\theta = 3^\circ$	$\theta = 4.5^\circ$	$\theta = 6^\circ$
ΔZ_i	6.2814	8.2878	6.5755
ΔZ_m	6.3131	9.0664	6.6676
ΔZ_o	6.3375	9.8441	6.7598

(AI 場所B 厚さ=3)

開口距離	$\theta = 3^\circ$	$\theta = 4.5^\circ$	$\theta = 6^\circ$
ΔZ_i	3.5345	4.7906	6.0939
ΔZ_m	3.4597	4.7907	5.9471
ΔZ_o	3.3861	4.7906	5.8031

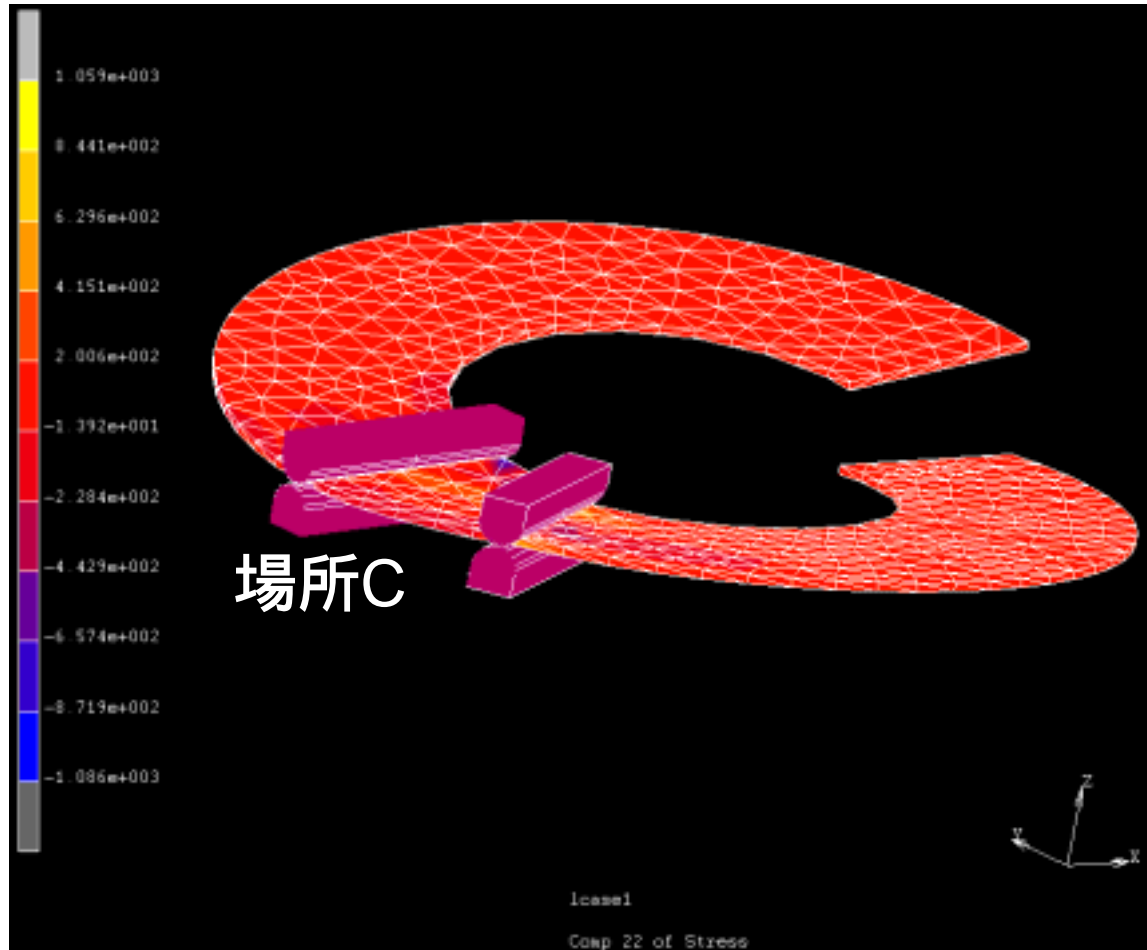
(AI 場所C 厚さ=1)

開口距離	$\theta = 3^\circ$	$\theta = 4.5^\circ$	$\theta = 6^\circ$
ΔZ_i	6.9034	6.6415	6.9432
ΔZ_m	8.1686	7.8799	8.2592
ΔZ_o	9.4338	9.1181	9.5751

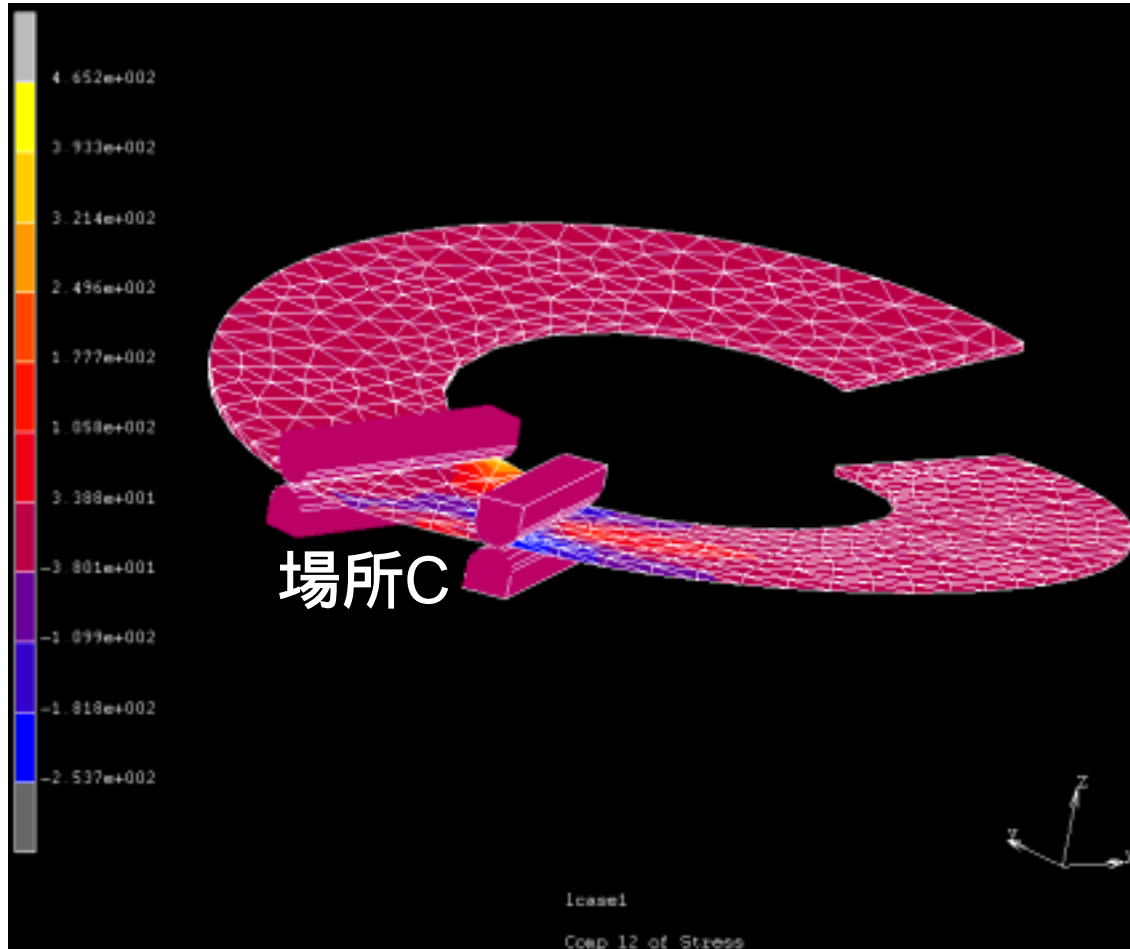
(AI 場所C 厚さ=3)

開口距離	$\theta = 3^\circ$	$\theta = 4.5^\circ$	$\theta = 6^\circ$
ΔZ_i	13.5398	9.3494	10.5354
ΔZ_m	16.1983	11.1435	12.566
ΔZ_o	18.8567	12.9377	14.5963

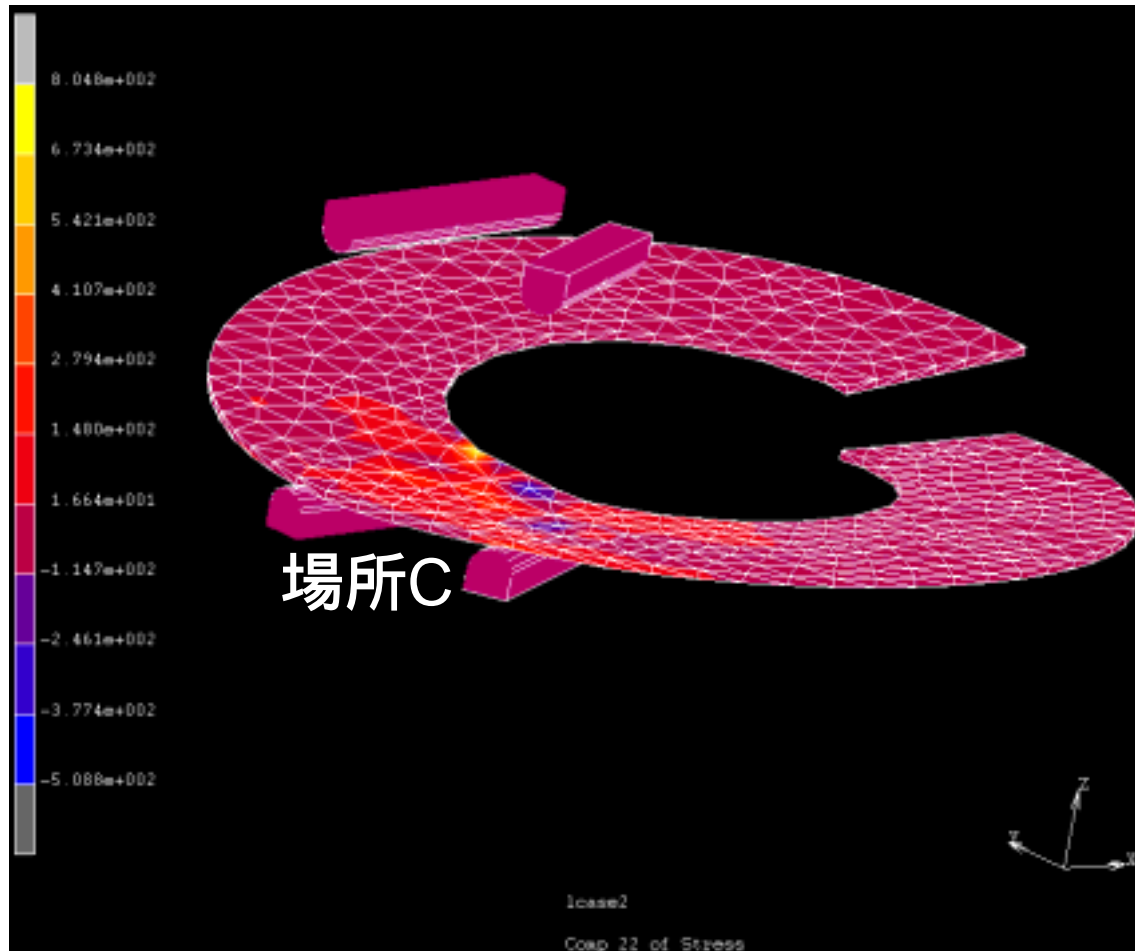
最大圧縮・引張応力



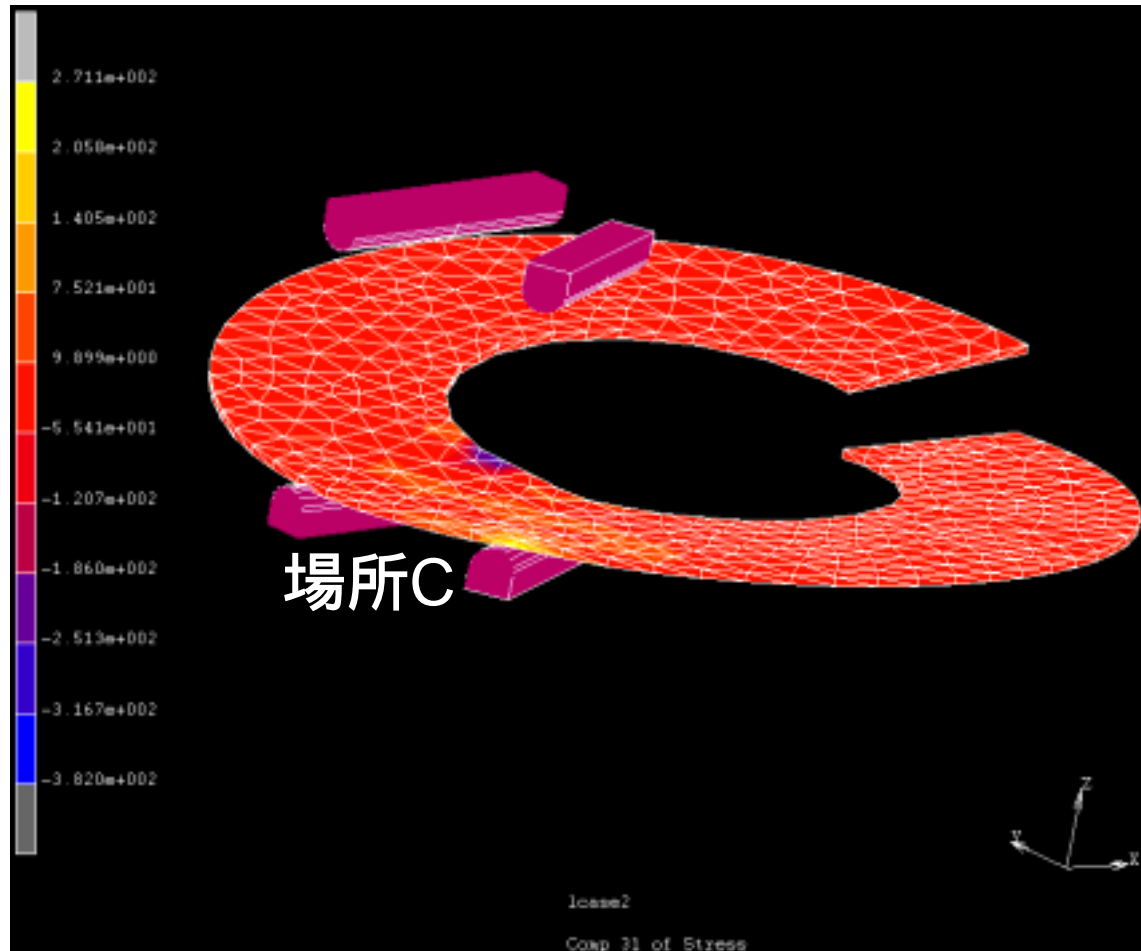
最大せん断応力



最大残留圧縮・引張応力



最大残留せん断応力



結 論

- 羽根板の曲げ成形の3D-FEMのモデルを作成した。その解析結果はプレス実験結果とほぼ一致する。
- プレスの場所によって、開口距離が異なる。
- 加工中板内の応力および加工後の残留応力の分布がわかった。
- 圧縮応力の分布は試験片上の傷の発生場所とほぼ一致する。

今後の課題

- (1) 要素の再分割、境界条件の設定の最適化、パンチおよび台の材質を金型用鋼に設定することによって解析精度を向上する。
- (2) 各種の材料、板厚のプレス実験を行い、変形量、応力、スプリングバック等を計測し、FEMの解析結果と比較する。
- (3) 開口距離とパンチ・台の配置・傾斜角度、板厚、板のサイズ、材料、パンチの押込速度、保持時間、戻り速度の関係を調べて定量的に表す。
- (4) 一枚の羽根板成形のため、複数(パンチ配置角度 30° の場合 $360/30 = 12$)の場所のプレスが必要であるが、今回1箇所だけで行った。今後全過程の連続FEM解析とシミュレーションを行う。