

L字解析検証

(株)コーワメックス
航空機設計部

目次

1. 目的	P3
2. 結果	P3
3. 解析構造	P4
4. 解析モデル概要	P5-10
5. 解析結果	P11-34
6. 検証	P35

1. 目的

ステンレス応力歪データからヤング率を算出し、L字部材の強度検討を実施する。

2. 結果

ステンレス応力歪データからヤング率 $E=205940$ (MPa) を算出した。

変位はBAR要素が理論値と誤差が少ない。

最大、最小主応力はBAR要素ではなくQUAD4要素、HEXA要素で評価する。

最大主応力は0.2%耐久 $\sigma_{0.2}=196.14$ (MPa) より低く弾性領域のため、強度は問題ない。

ステンレス応力歪データは表2-1、ステンレス応力歪曲線は図2、解析結果は表2-2に示す。

表2-1 ステンレス応力歪データ

歪(%)	応力(MPa)
0.0	0
0.008413	17.3257
0.016842	34.6514
0.025386	51.9771
0.034355	69.3028
0.044429	86.6285
0.056841	103.9542
0.07359	121.2799
0.097658	138.6056
0.13326	155.9313
0.186099	173.257
0.263639	190.5827
0.37539	207.9084
0.53321	225.2341
0.75161	242.5598
1.048079	259.8855
1.443418	277.2112
1.962079	294.5369
2.632522	311.8626
3.487574	329.1883
4.564807	346.514
5.906909	363.8397
7.562084	381.1654
9.584443	398.4911
12.03442	415.8168
14.97916	433.1425
18.49299	450.4682
22.65779	467.7939
27.56349	485.1196
33.30846	502.4453
40.0	519.771

$\sigma_{0.2}=196.14$ (MPa)

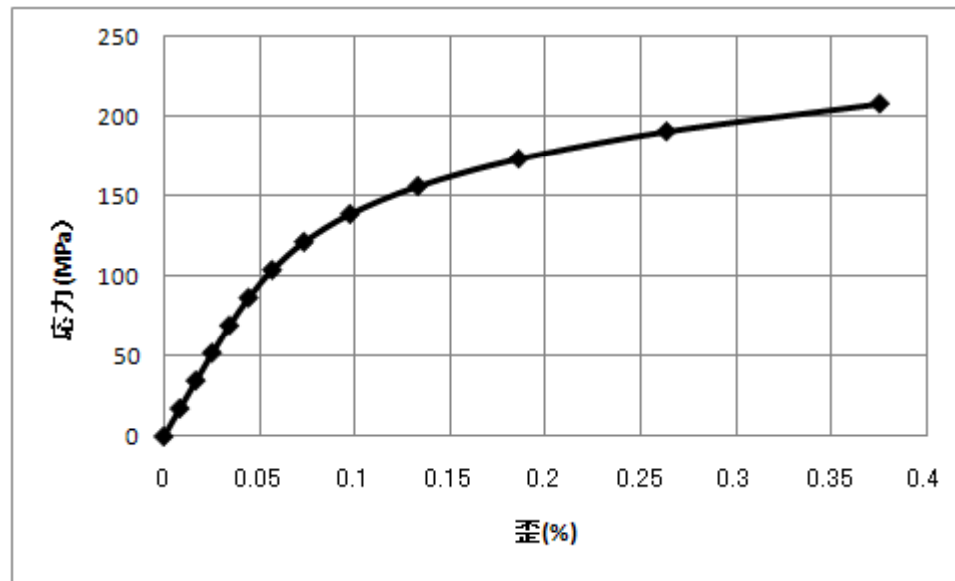


図2 ステンレス応力歪曲線

表2-2 解析結果

	BAR要素	QUAD4要素	HEXA要素	理論値
最大主応力(MPa)	29.05	89.24	88.45	-
最小主応力(MPa)	-29.05	-89.21	-88.45	-
変位(mm)	5.43	6.66	6.66	5.55

※ヤング率、理論値は「よくわかる材料力学」P17 1.24、P175 9.8より算出した。
計算式は「6. 検証」を参照する。

3. 解析構造

3.1 L字部材の解析モデルの概略を図3に示す。

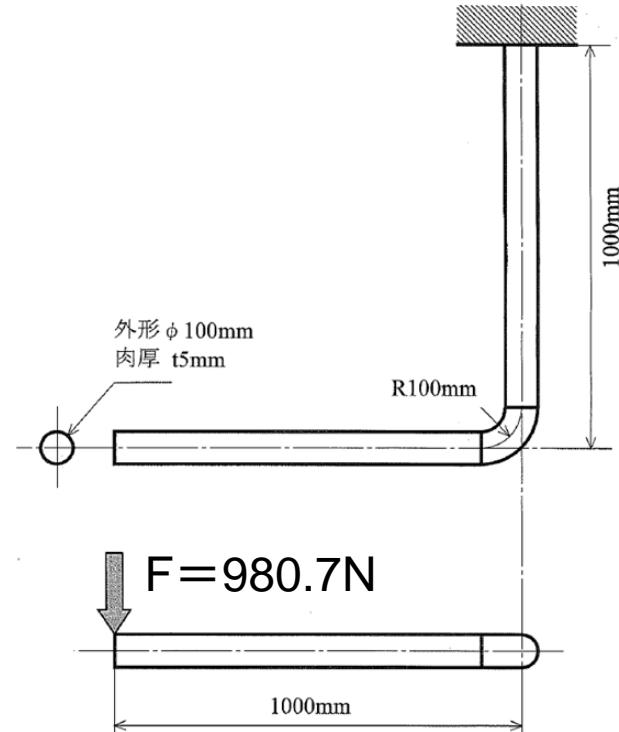


図3 解析モデル概略

3.2 材質

ヤング率はステンレス応力歪データから算出した値を使用する。

$E = 205940 \text{ (MPa)}$ 、 $\nu = 0.3$

4. 解析モデル概要

4.1 BAR要素

解析モデルの荷重条件、拘束条件は図4-1に示す。

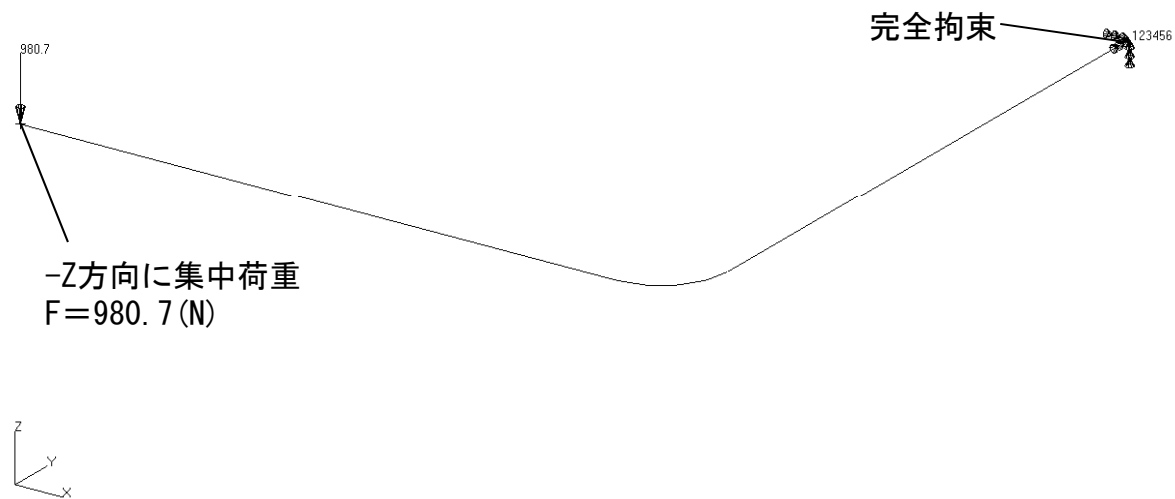


図4-1 解析モデル

4.2 QUAD4要素

解析モデルの荷重条件、拘束条件は図4-2に示す。

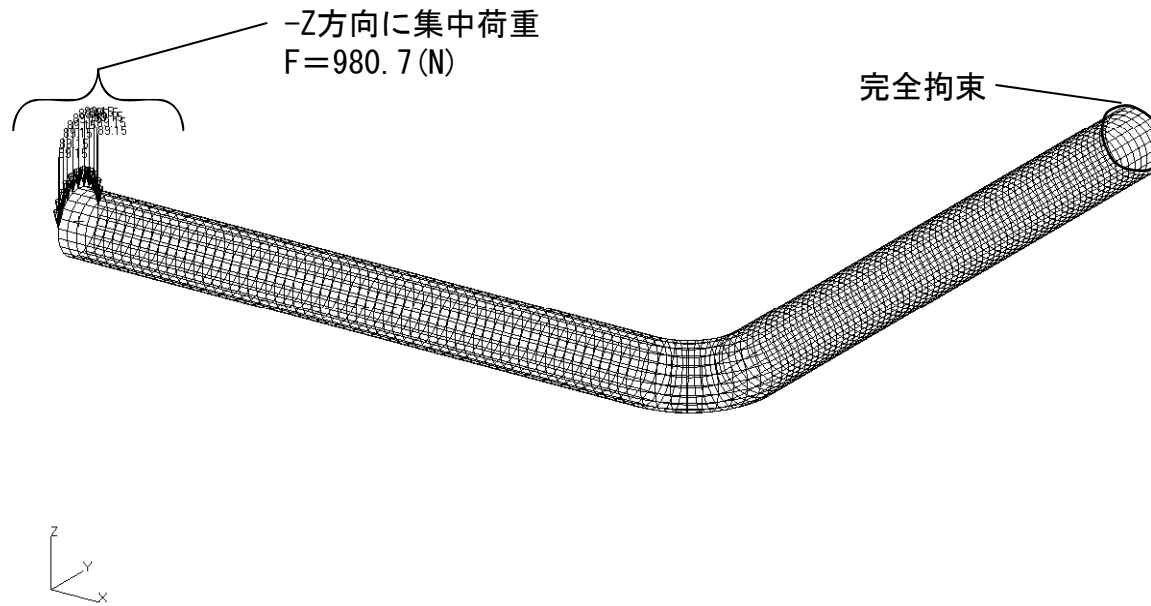


図4-2 解析モデル

4.3 HEXA要素

解析モデルの荷重条件、拘束条件は図4-3に示す。

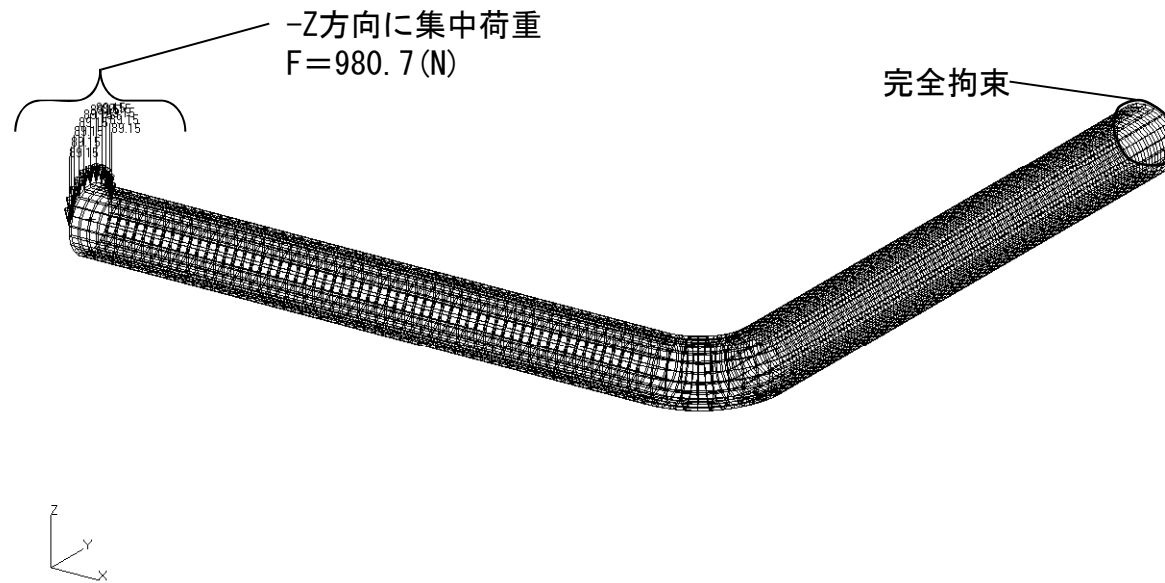


図4-3 解析モデル

5. 解析結果

5.1 最大主応力

5.1.1 BAR要素

最大主応力分布を図5-1-1に示す。最大主応力29.05 (MPa)

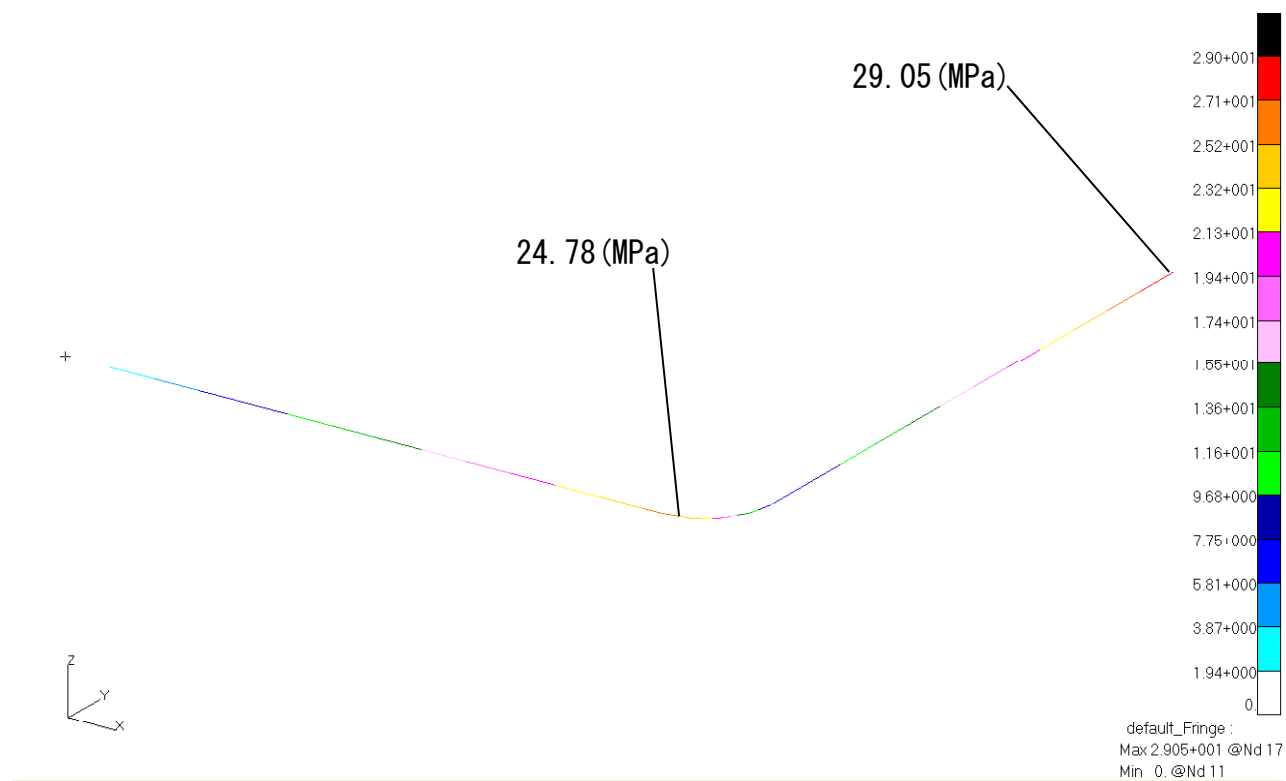


図5-1-1 最大主応力

5.1.2 QUAD4要素

最大主応力分布を図5-1-2に示す。最大主応力89.24 (MPa)

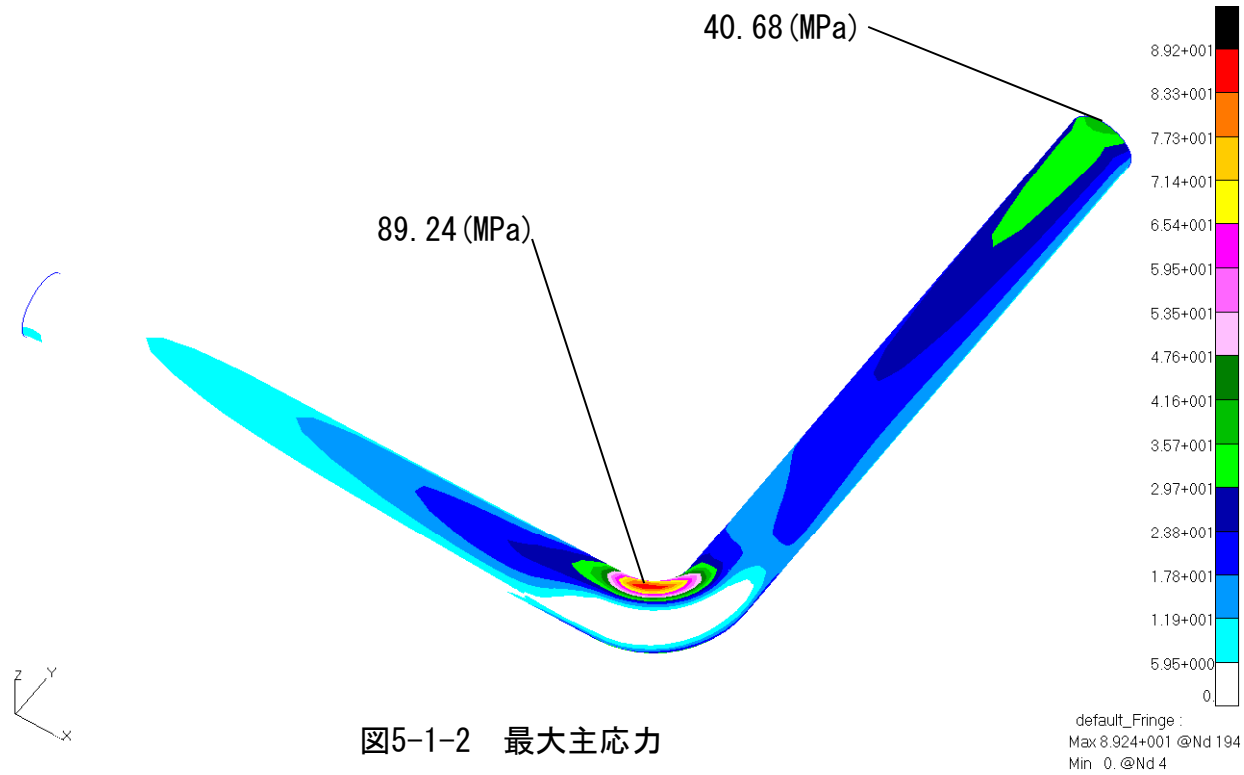
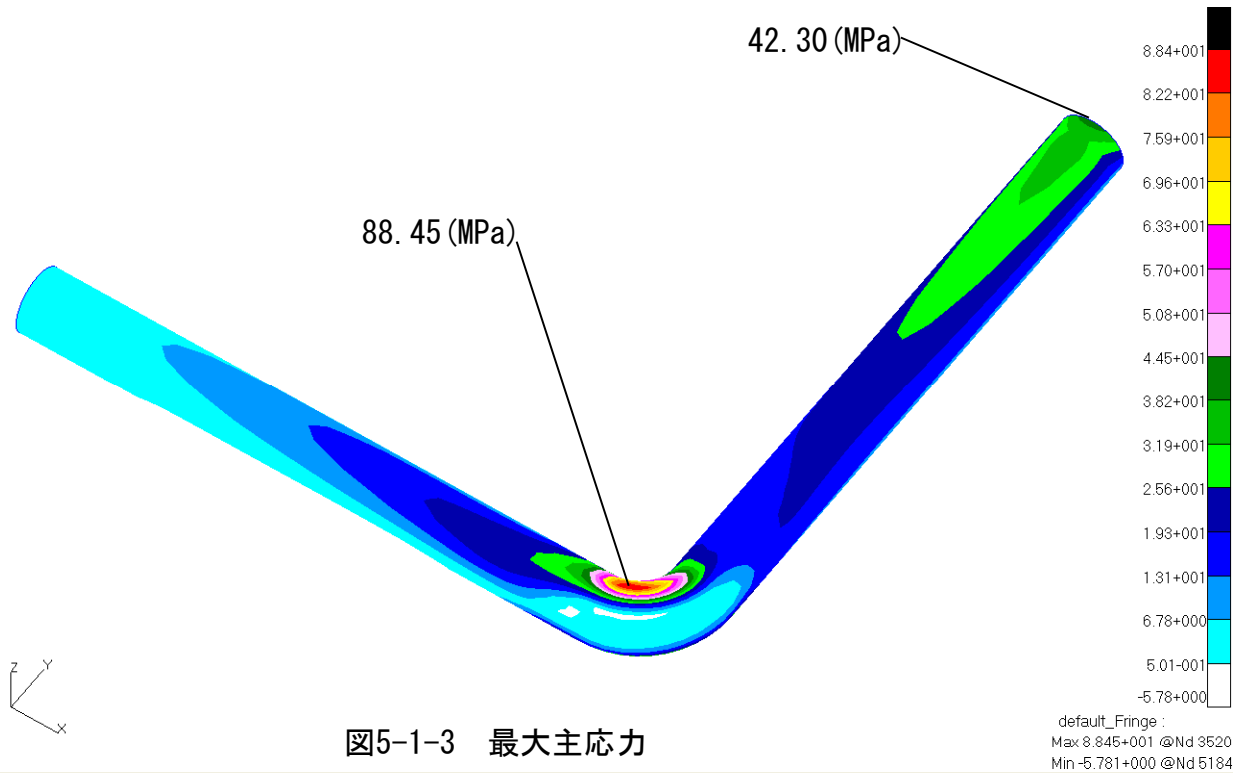


図5-1-2 最大主応力

5.1.3 HEXA要素

最大主応力分布を図5-1-3に示す。最大主応力88.45 (MPa)



5.2 最小主応力

5.2.1 BAR要素

最大主応力分布を図5-2-1に示す。最小主応力-29.05 (MPa)

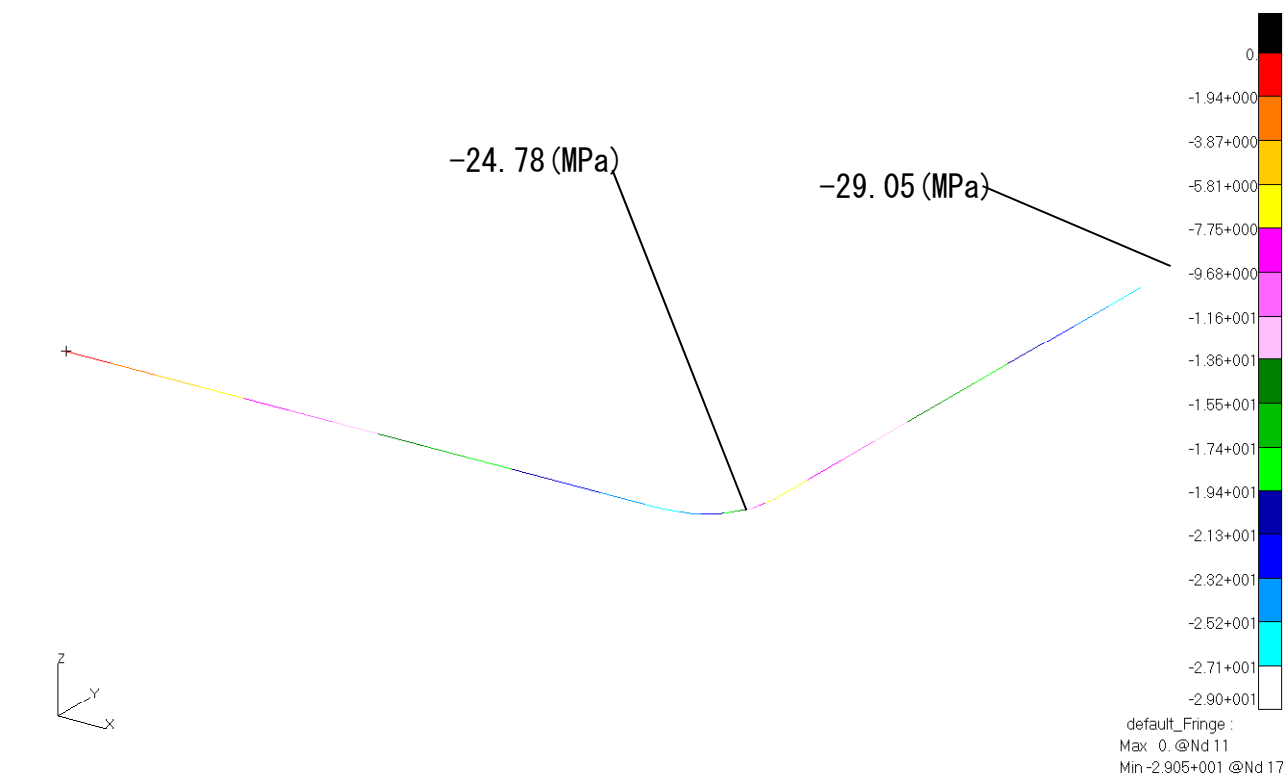


図5-2-1 変形

5.2.2 QUAD4要素

最小主応力を図5-2-2に示す。最小主応力-89.21 (MPa)

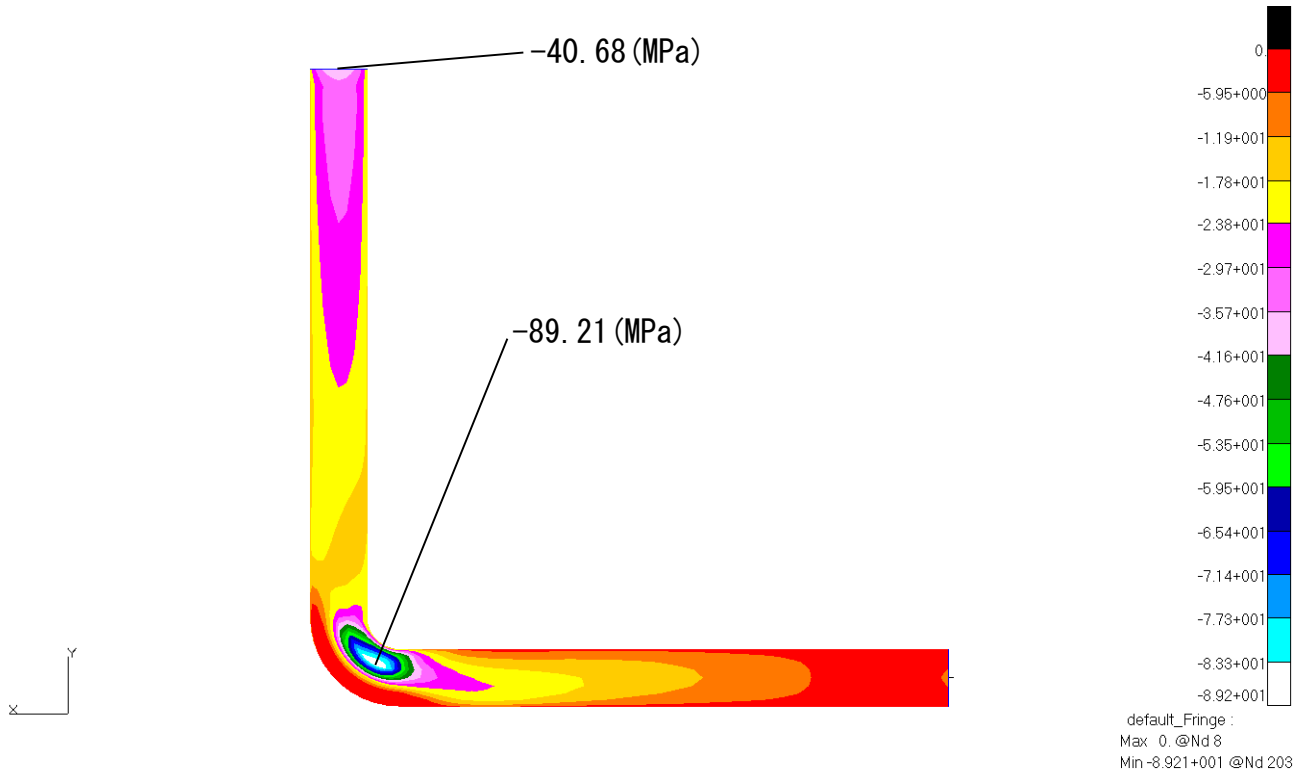


図5-2-2 最小主応力

5.2.3 HEXA要素

最小主応力を図5-2-3に示す。最小主応力-88.45 (MPa)

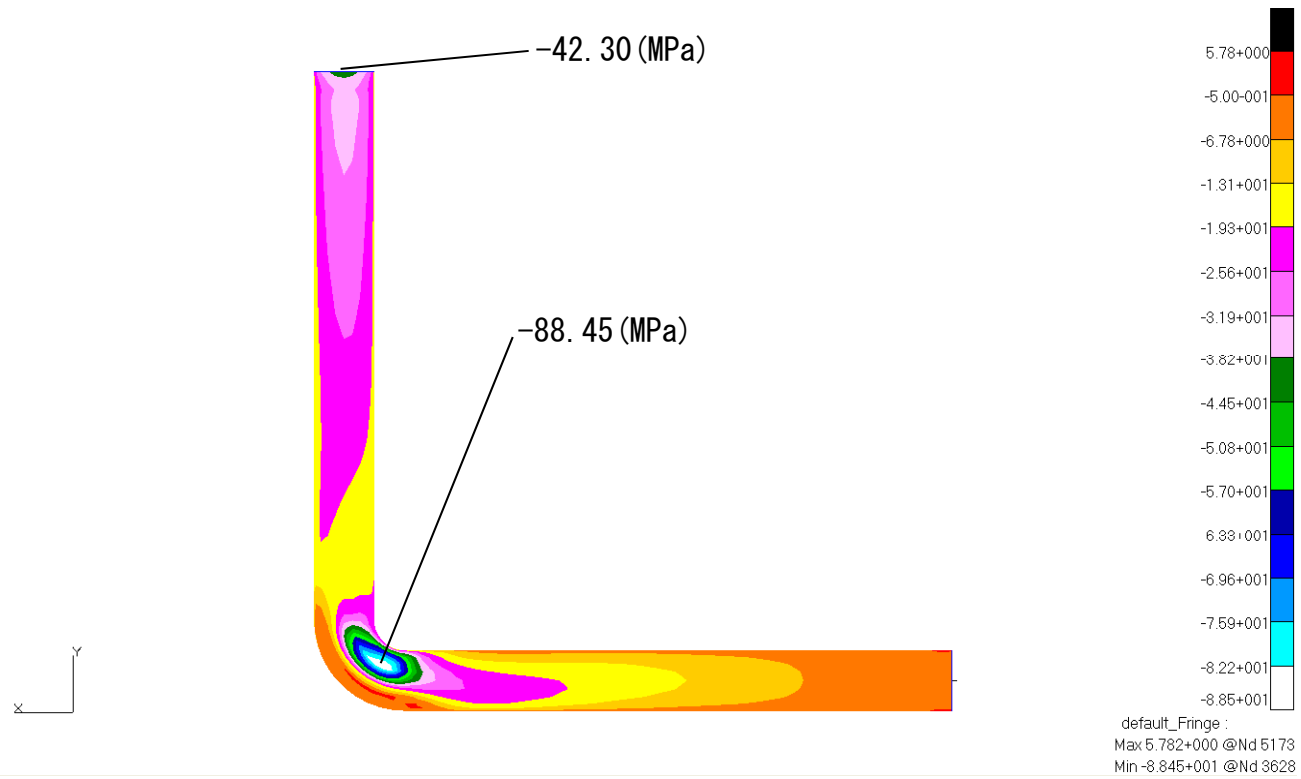
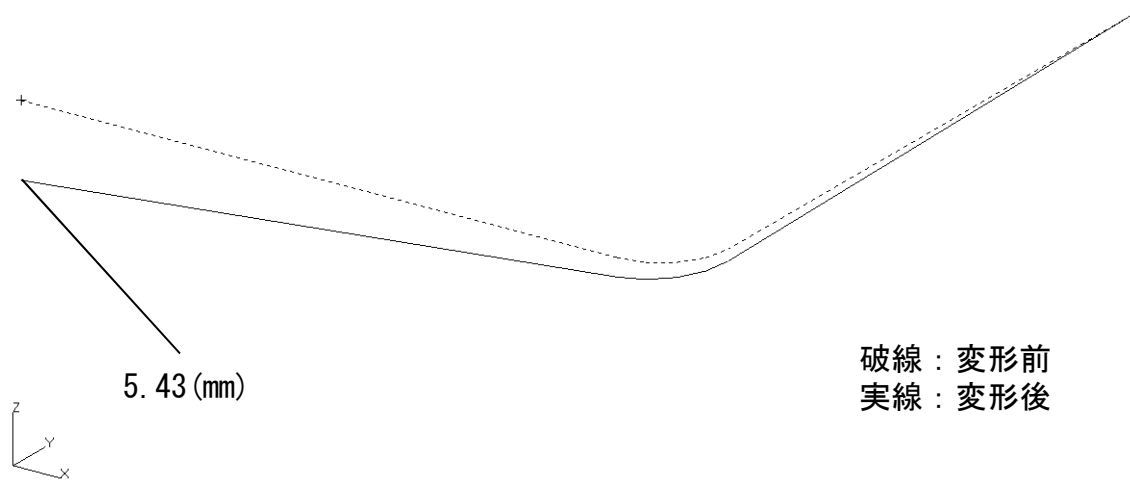


図5-2-3 最小主応力

5.3 変形

5.3.1 BAR要素

変形を図5-3-1に示す。最大変形5.43 (mm)



破線：変形前
実線：変形後

default_Deformation :
Max 5.43+000 @Nd 11

図5-3-1 変形

5.3.2 QUAD4要素

変形を図5-3-2に示す。最大変形6.66 (mm)

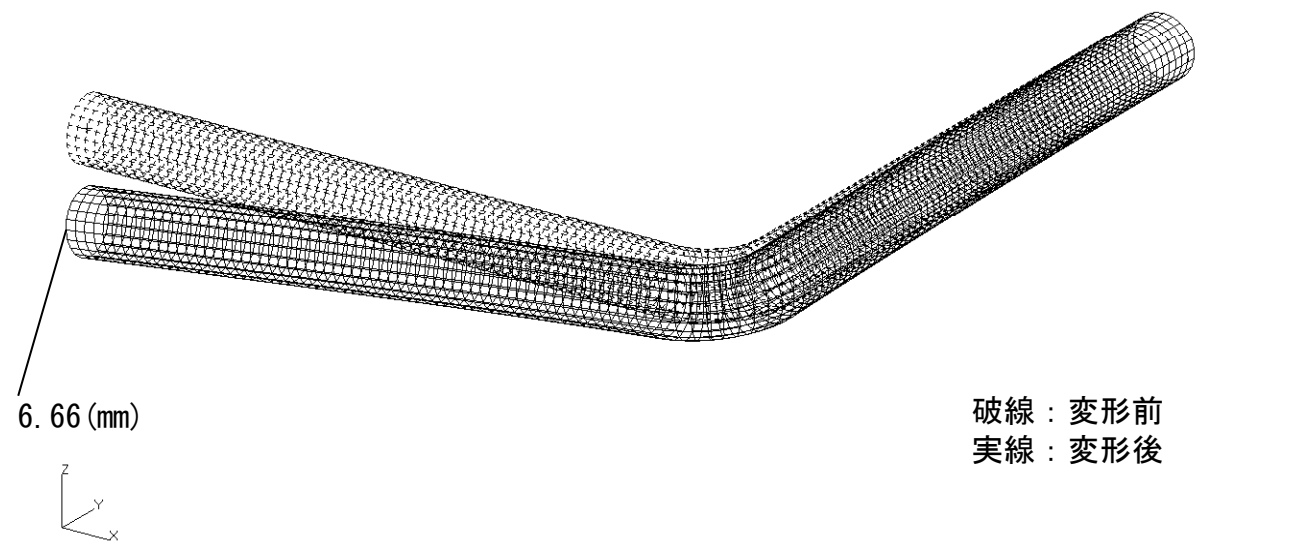


図5-3-2 変形

5.3.3 HEXA要素

変形を図5-3-3に示す。最大変形6.66 (mm)

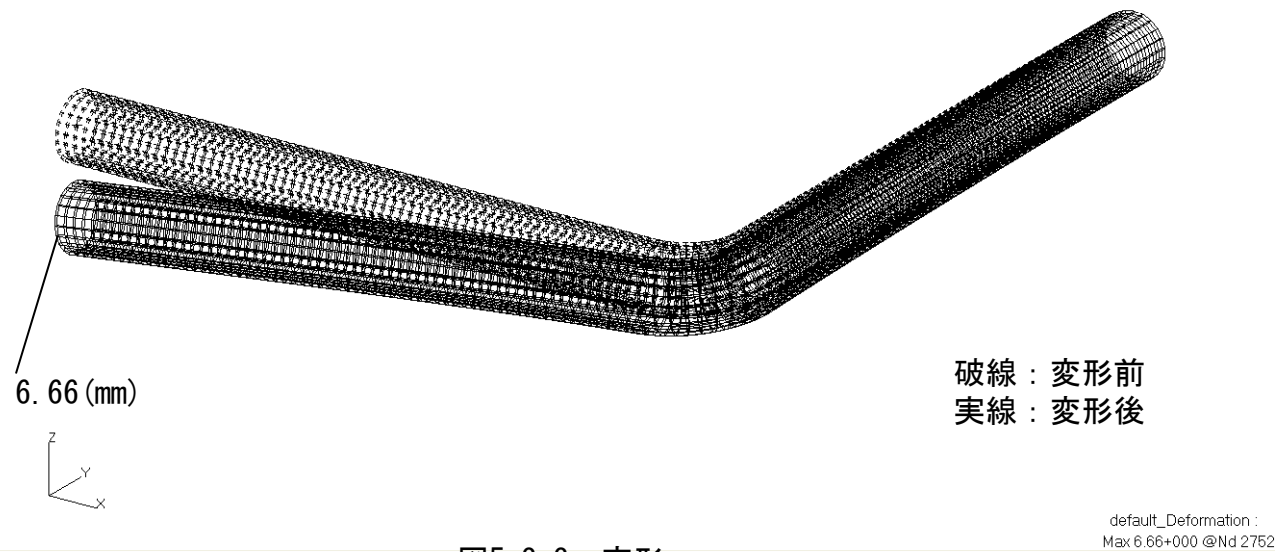


図5-3-3 変形

6. 検証

6.1 ヤング率算出

ステンレス応力歪曲線を図6-1、ステンレス応力歪データを表6-1に示す。

「よくわかる 材料力学」P17 1.24より

$$\begin{aligned} \sigma &= E \varepsilon \\ E &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\ &= \frac{17.3257 \times 100}{0.008413} = 205940 \text{ (MPa)} \end{aligned}$$

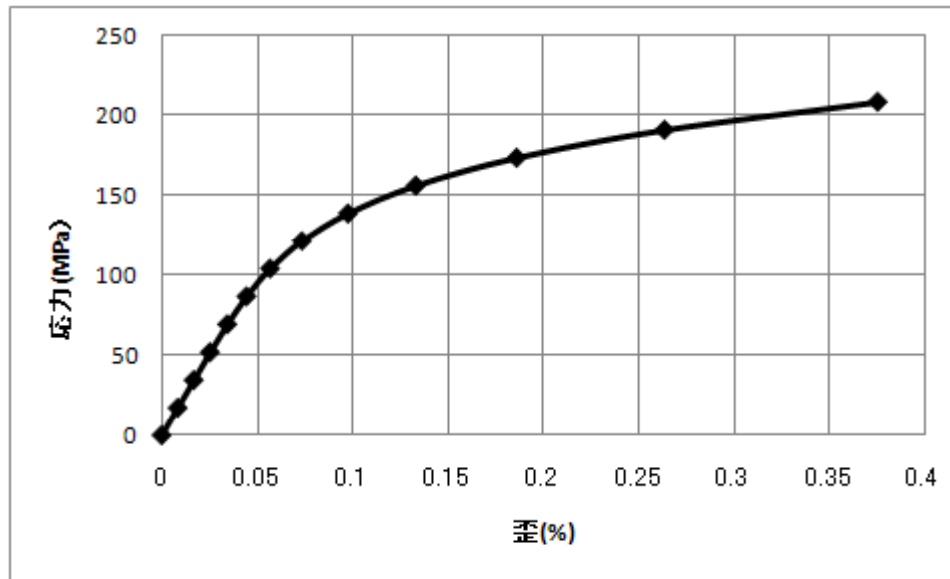


図6-1 ステンレス応力歪曲線

表6-1 ステンレス応力歪データ

歪 (%)	応力 (MPa)
0.0	0
0.008413	17.3257
0.016842	34.6514
0.025386	51.9771
0.034355	69.3028
0.044429	86.6285
0.056841	103.9542
0.07359	121.2799
0.097658	138.6056
0.13326	155.9313
0.186099	173.257
0.263639	190.5827
0.37539	207.9084
0.53321	225.2341
0.75161	242.5598
1.048079	259.8855
1.443418	277.2112
1.962079	294.5369
2.632522	311.8626
3.487574	329.1883
4.564807	346.514
5.906909	363.8397
7.562084	381.1654
9.584443	398.4911
12.03442	415.8168
14.97916	433.1425
18.49299	450.4682
22.65779	467.7939
27.56349	485.1196
33.30846	502.4453
40.0	519.771

6.2 変位の理論値算出

「よくわかる 材料力学」P175 9.8より

$$\begin{aligned}
 u &= \frac{Fa^3}{3EI} + \frac{Fb^3}{3EI} + \frac{Fa^2b}{GI_p} \\
 &= \frac{980.7 \times 1000^3}{3 \times 205940 \times 1688115} \\
 &\quad + \frac{980.7 \times 1000^3}{3 \times 205940 \times 1688115} \\
 &\quad + \frac{980.7 \times 1000^2 \times 1000}{79208 \times 3376230} \\
 &= 5.55 \text{ (mm)}
 \end{aligned}$$

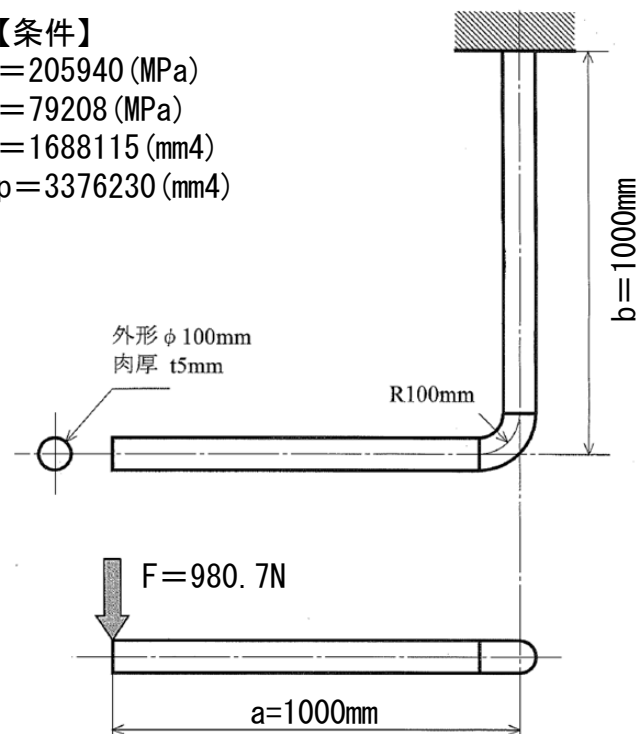
【条件】

E=205940 (MPa)

G=79208 (MPa)

I=1688115 (mm⁴)

I_p=3376230 (mm⁴)



6.3 解析結果

解析結果を表6-3に示す。

表6-3 解析結果

	BAR要素	QUAD4要素	HEXA要素	理論値
最大主応力 (MPa)	29.05	89.24	88.45	-
最小主応力 (MPa)	-29.05	-89.21	-88.45	-
変位 (mm)	5.43	6.66	6.66	5.55