

1. 概要

Lバンド加速空洞の熱応力解析結果を以下に示します。

2. 解析モデル

解析モデルを図1に示します。

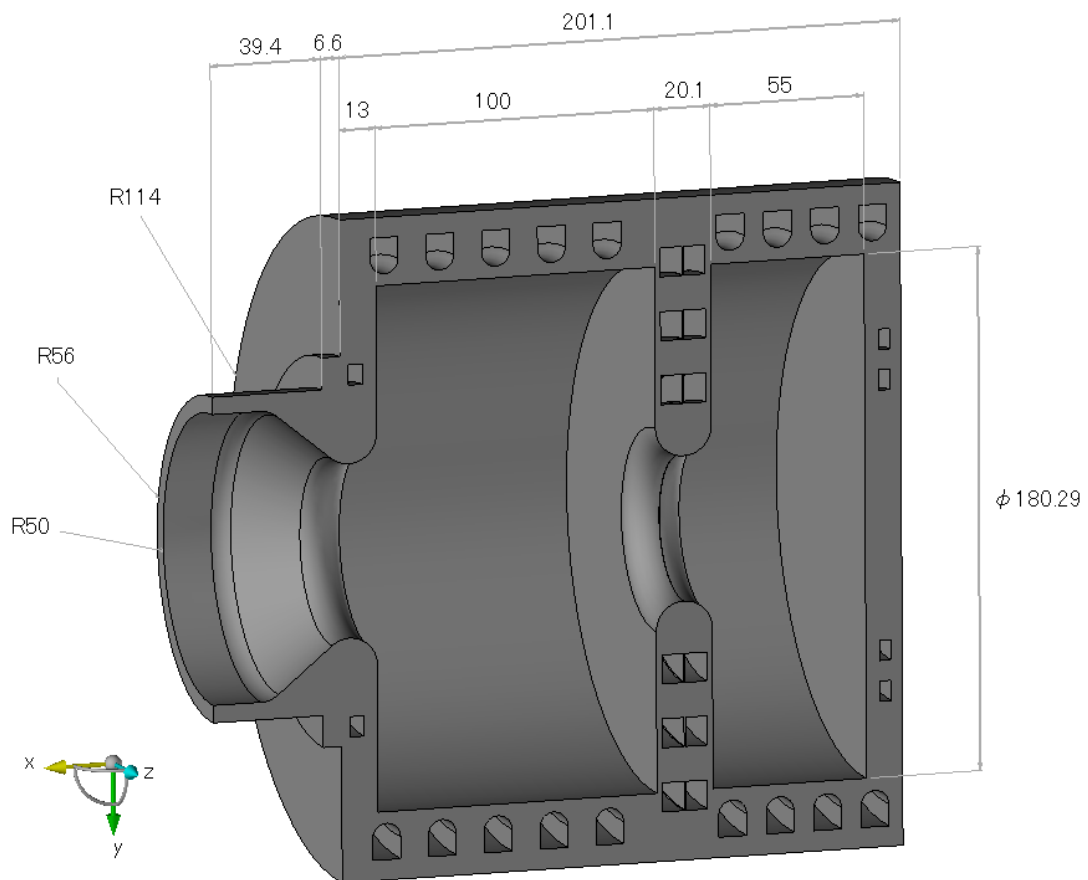


図1 解析モデル

3. 材料定数

1) 加速空洞本体

材質	: 銅
ヤング率	: 76000 N/mm ² (JIS B 8266「材料の各温度における縦弾性係数」より)
ポアソン比	: 0.3
質量密度	: 8.9 g/cm ³
熱伝導率	: 398 W/(mK)
比熱	: 0.386 kJ/(kg K)
線膨張係数	: 1.73 (×10 ⁻⁵ /°C)

2) 冷却水 (35°C)

熱伝達率	: 9761 W/(m ² K)
動粘性係数	: 6.983×10 ⁻⁷ m ² /s
プラントル数	: 4.642

4. 冷却水 (25°C) への熱伝達率 h

冷却水管の管内熱伝達率

$$\begin{aligned}h &= \lambda \cdot \text{Nu} / d_e \\&= 0.6245 \times 156.3 / 0.01 \\&\doteq 9761 \text{ W/(m}^2\text{K)} \\&= 9.76 \text{ N /sec/ mm/ K} \\&\quad \lambda : \text{熱伝導率 (W/(mK))} \\&\quad \text{Nu} : \text{ヌセルト数} \\&\quad d_e : \text{相当直径 (m)} \quad d_e = 0.01 \text{ m} \\&\text{Nu} = 0.023 \cdot \text{Re}^{0.8} \cdot \text{Pr}^{0.4} \quad (\text{Dittus Boelter の式}) \\&\quad \text{Re} : \text{レイノルズ数} \\&\text{Re} = d_e \cdot V / \nu \\&= 0.01 \times 2 / 6.983 \times 10^{-7} \\&= 28641 \\&\quad V : \text{流速 m/s} \\&\quad V = 2 \text{ m/s} \\&\quad \nu : \text{動粘性係数} \\&\quad \nu = 6.983 \times 10^{-7} \text{ m}^2\text{/s} \\&\quad \text{Pr} : \text{プラントル数} \quad \text{Pr} = 4.642 \\&\text{Nu} = 0.023 \cdot \text{Re}^{0.8} \cdot \text{Pr}^{0.4} \\&= 0.023 \times 28641^{0.8} \times 4.642^{0.4} \\&\doteq 156.3\end{aligned}$$

5. 加速空洞内への熱流束

熱流束 I/P 箇所を図 2 に示します。

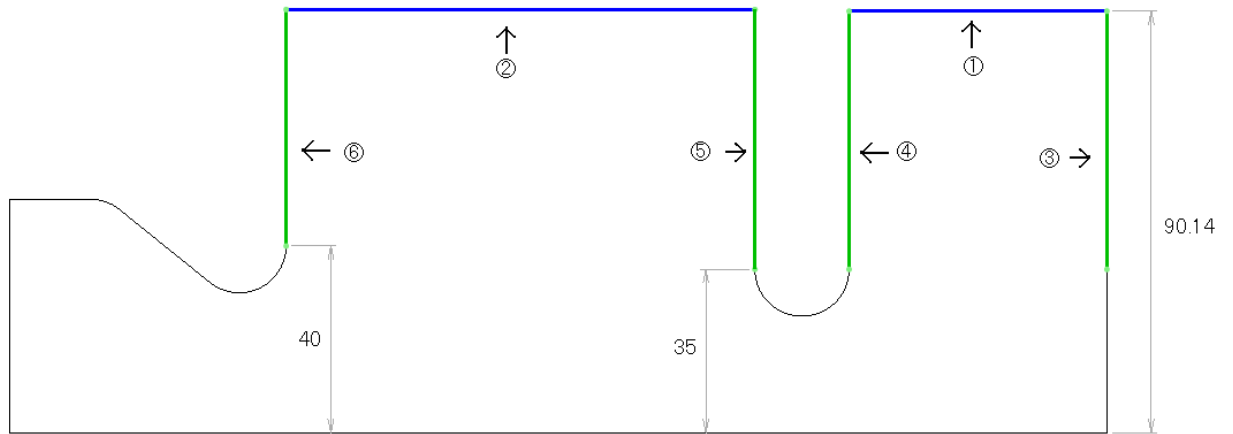


図 2 空洞内発熱箇所

	発熱量 (1W 時)	発熱量 (25 k W 時)		I/P 値
①	5.417 W/m ²	135425 W/m ²	→	135.425 N/sec/mm
②	5.417 W/m ²	135425 W/m ²	→	135.425 N/sec/mm
③	6.383 W/m ²	159575 W/m ²	→	159.575 N/sec/mm
④	6.041 W/m ²	151025 W/m ²	→	151.025 N/sec/mm
⑤	6.041 W/m ²	151025 W/m ²	→	151.025 N/sec/mm
⑥	6.188 W/m ²	154700 W/m ²	→	154.700 N/sec/mm

6. 解析条件

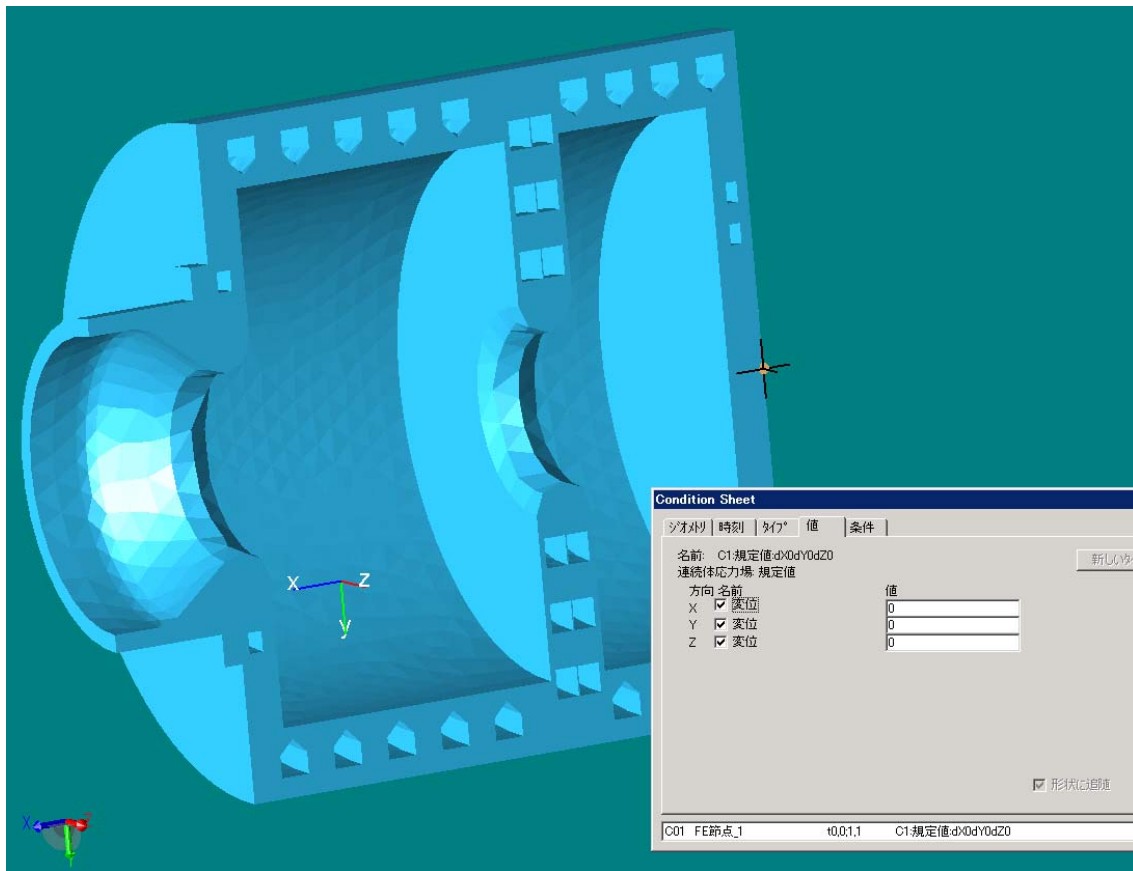


图3 X,Y,Z 方向固定

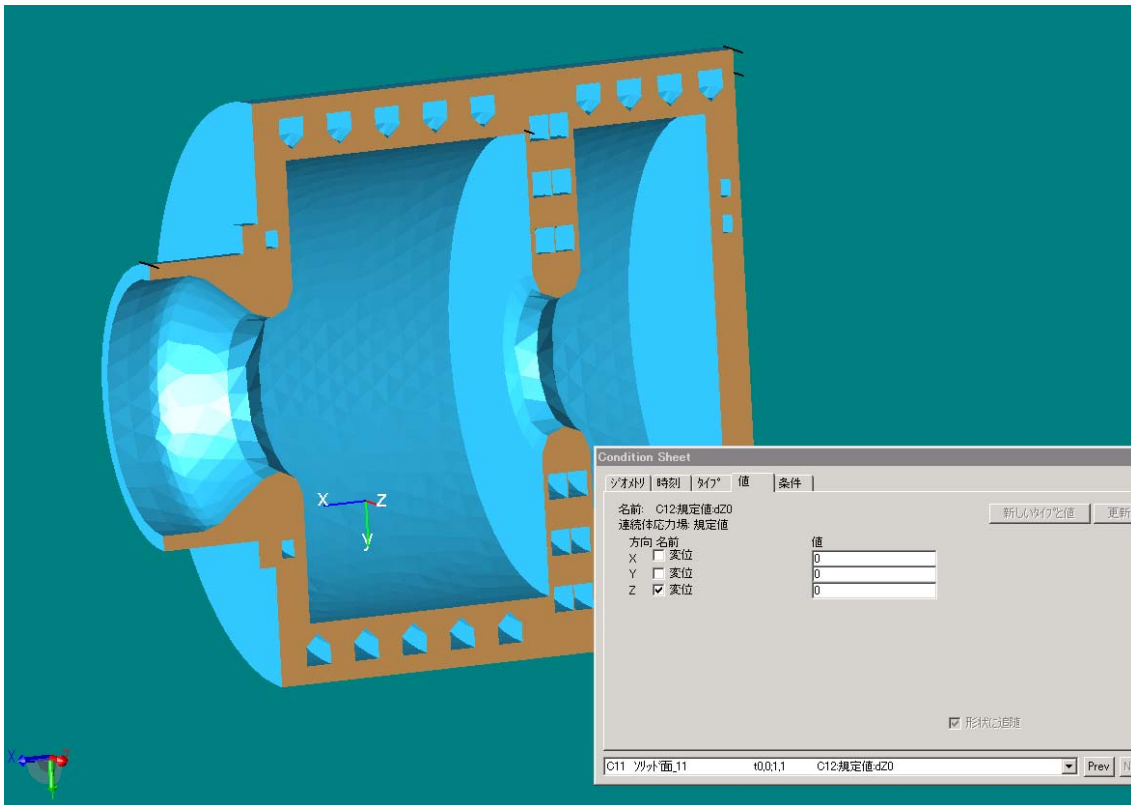


図 4 切断面固定

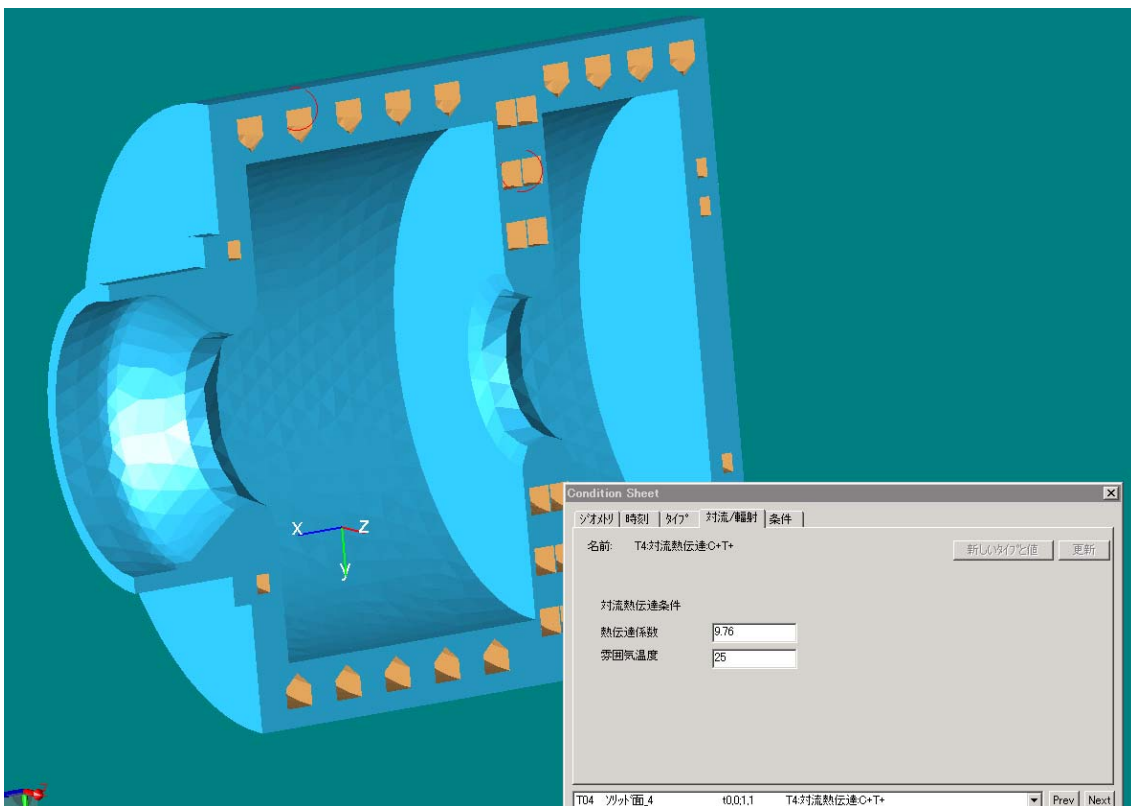


図 5 水冷管内の対流熱伝達係数、周囲気温度を I/P

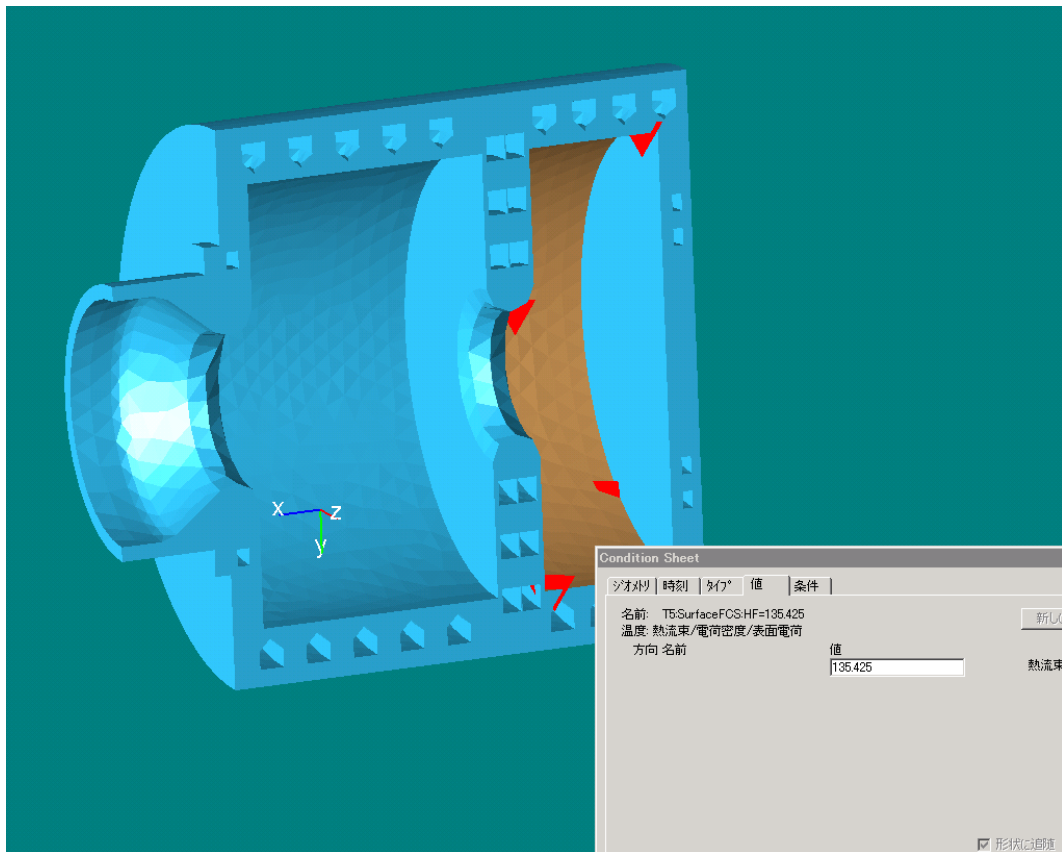


図 6 ①の熱流束を I/P

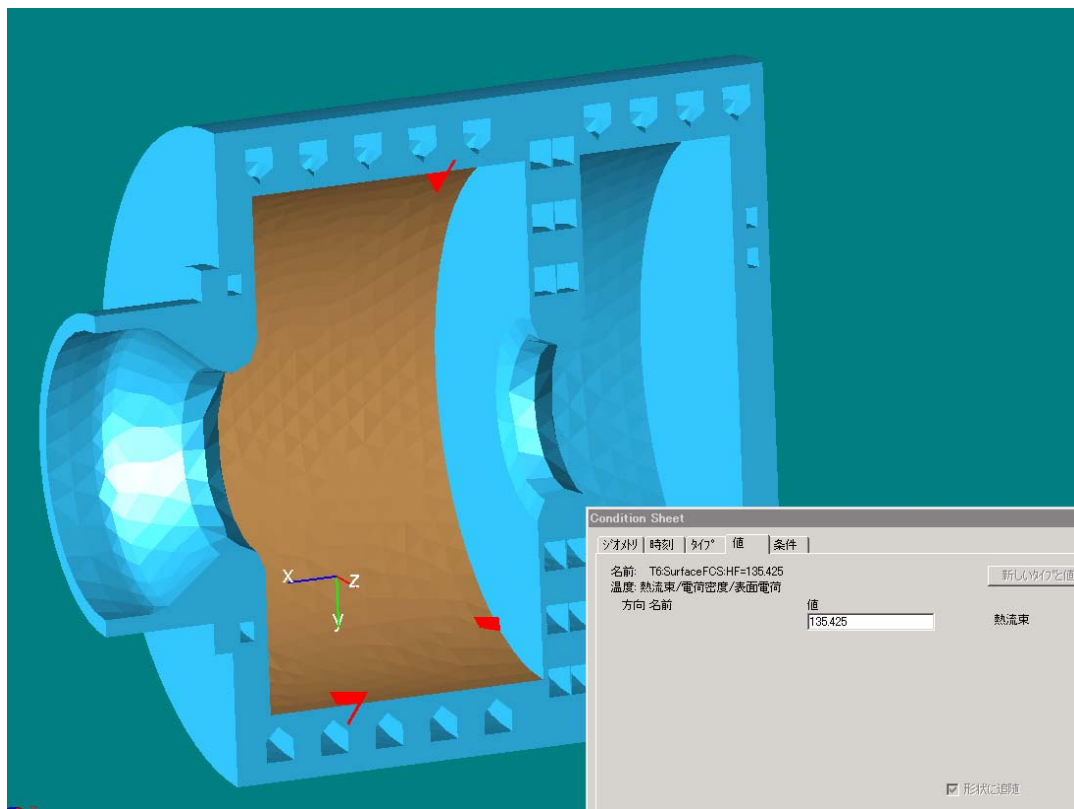


図 7 ②の熱流束を I/P

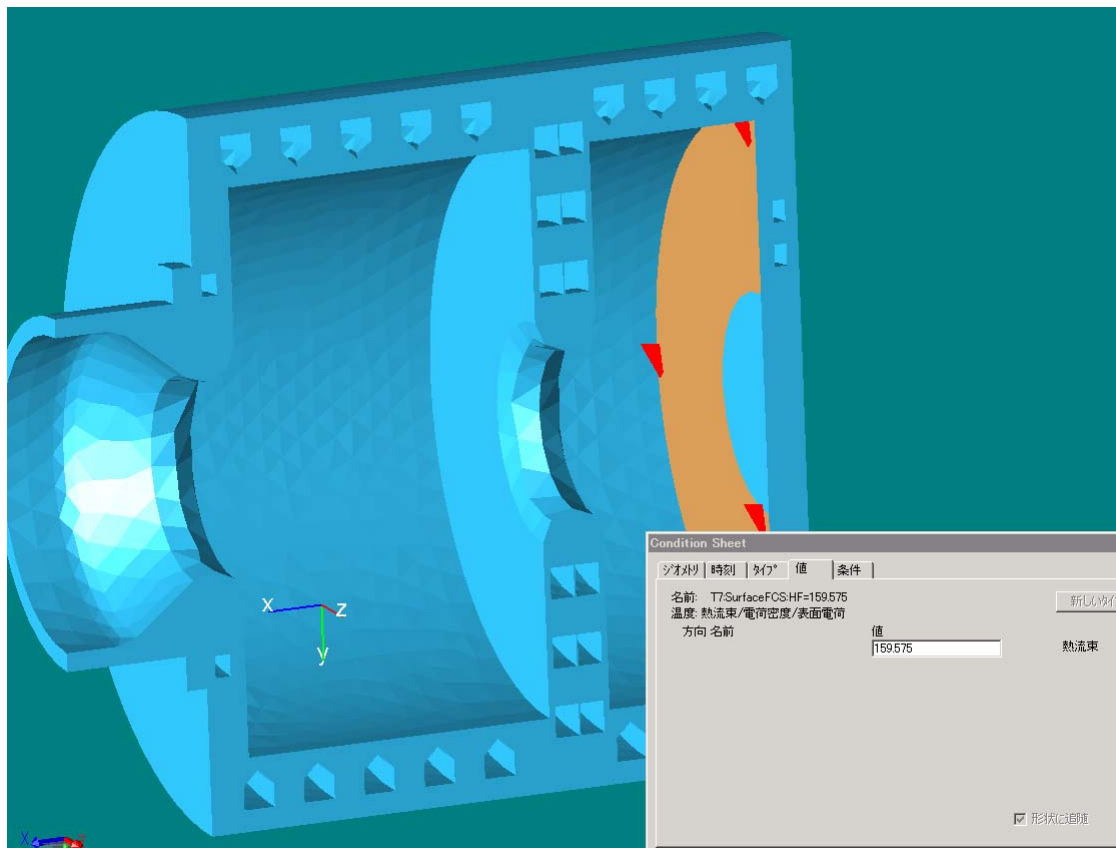


図 8 ③の熱流束を I/P

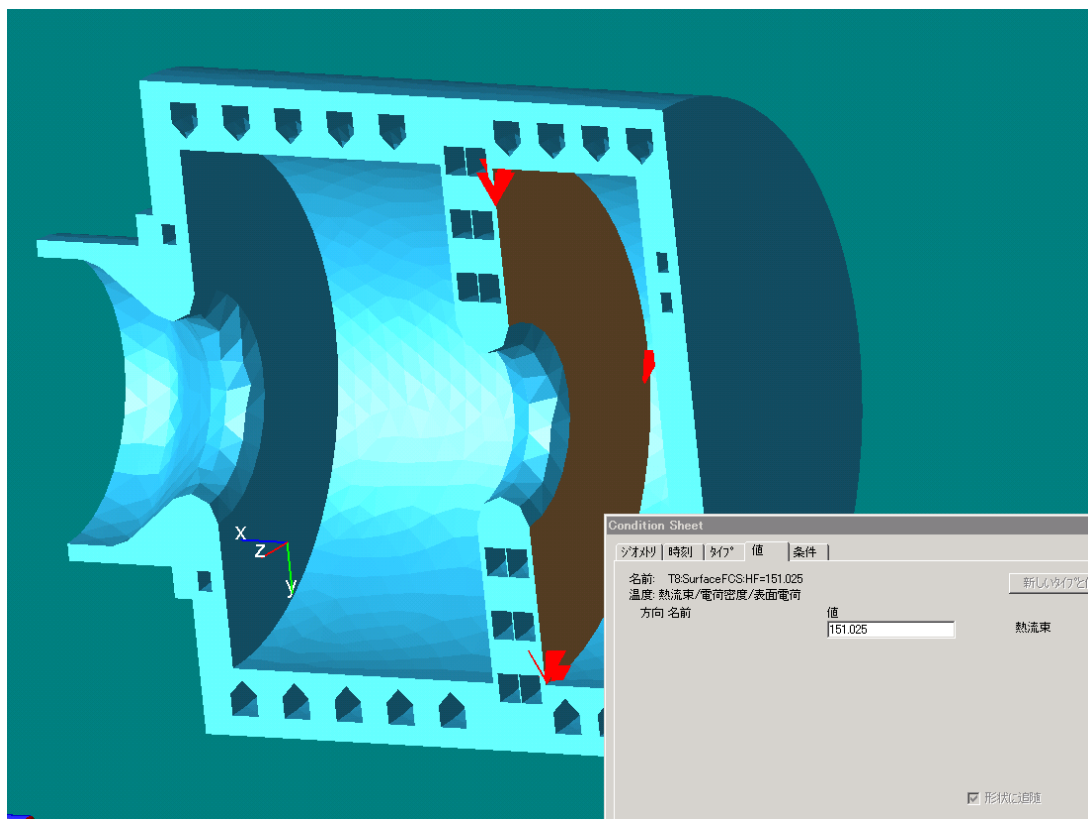


図 9 ④の熱流束を I/P

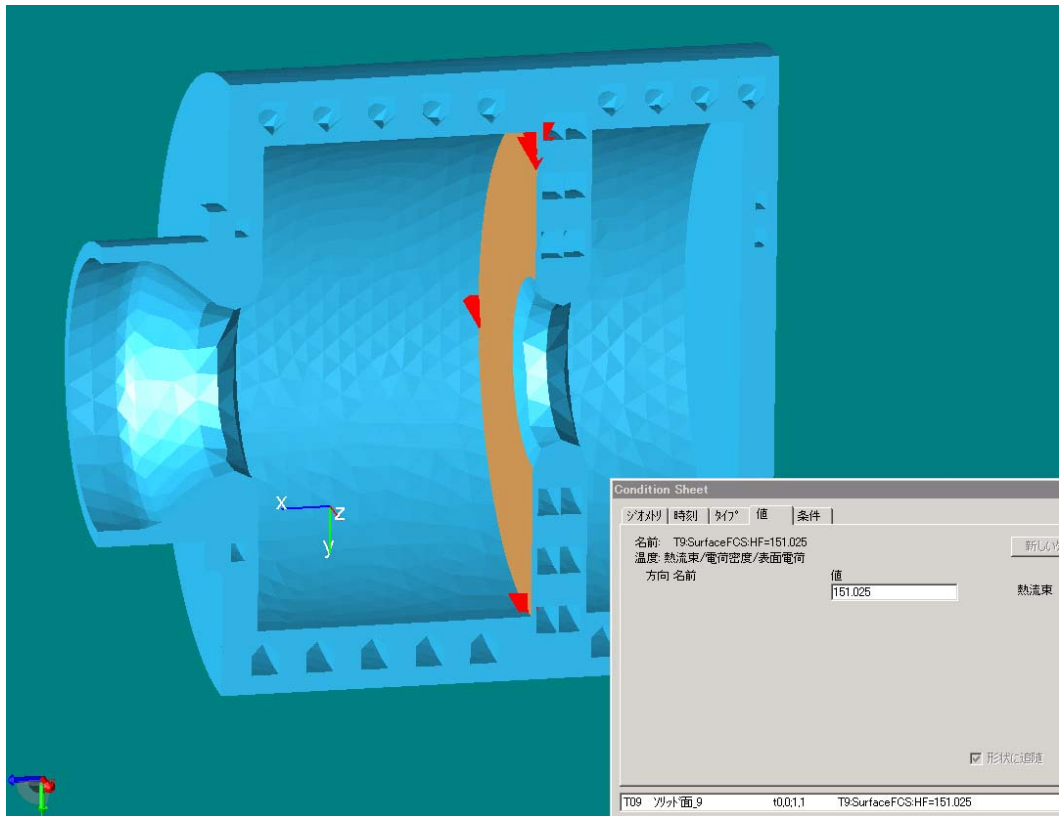


図 10 ⑤の熱流束を I/P

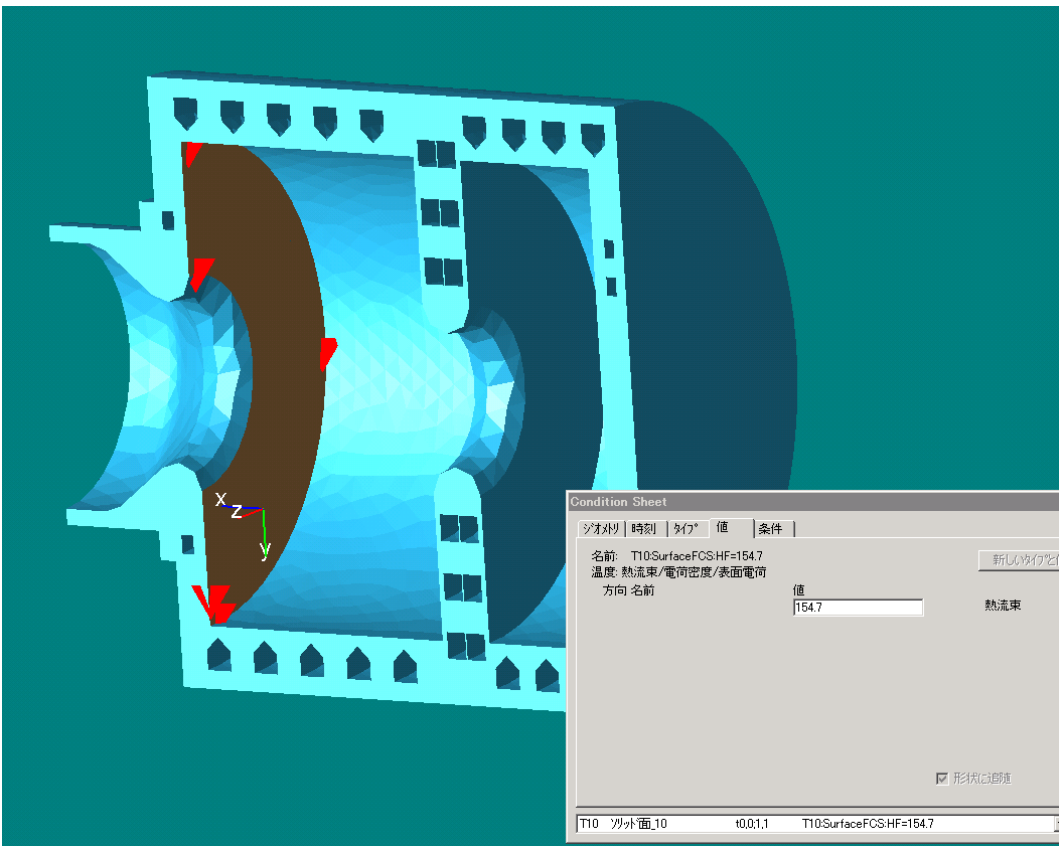


図 11 ⑥の熱流束を I/P

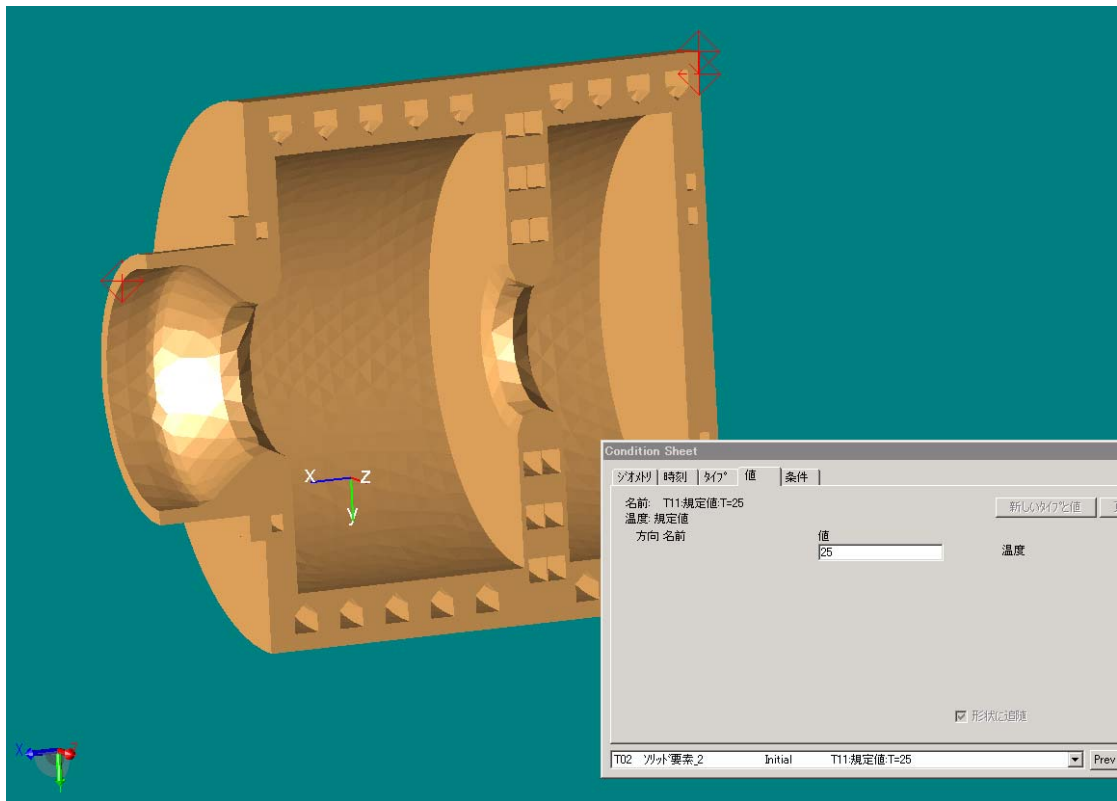


図 12 温度規定値を I/P

7. 解析結果

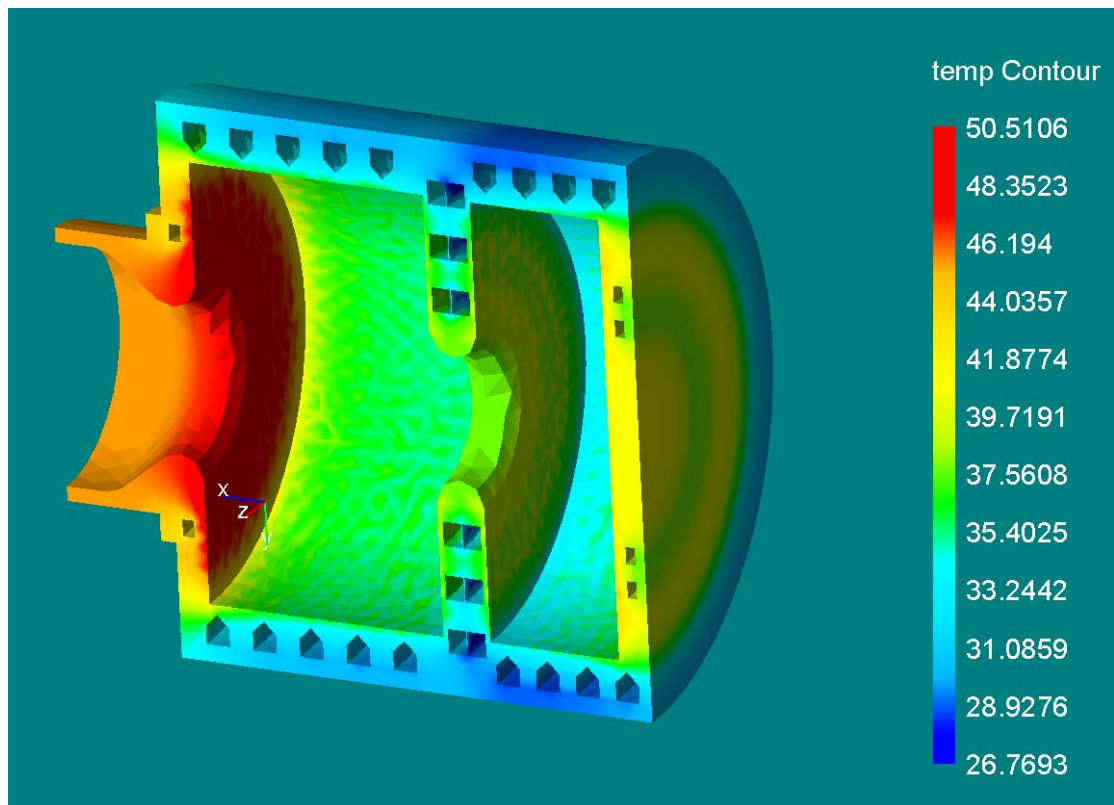


図 13 温度分布 (°C)

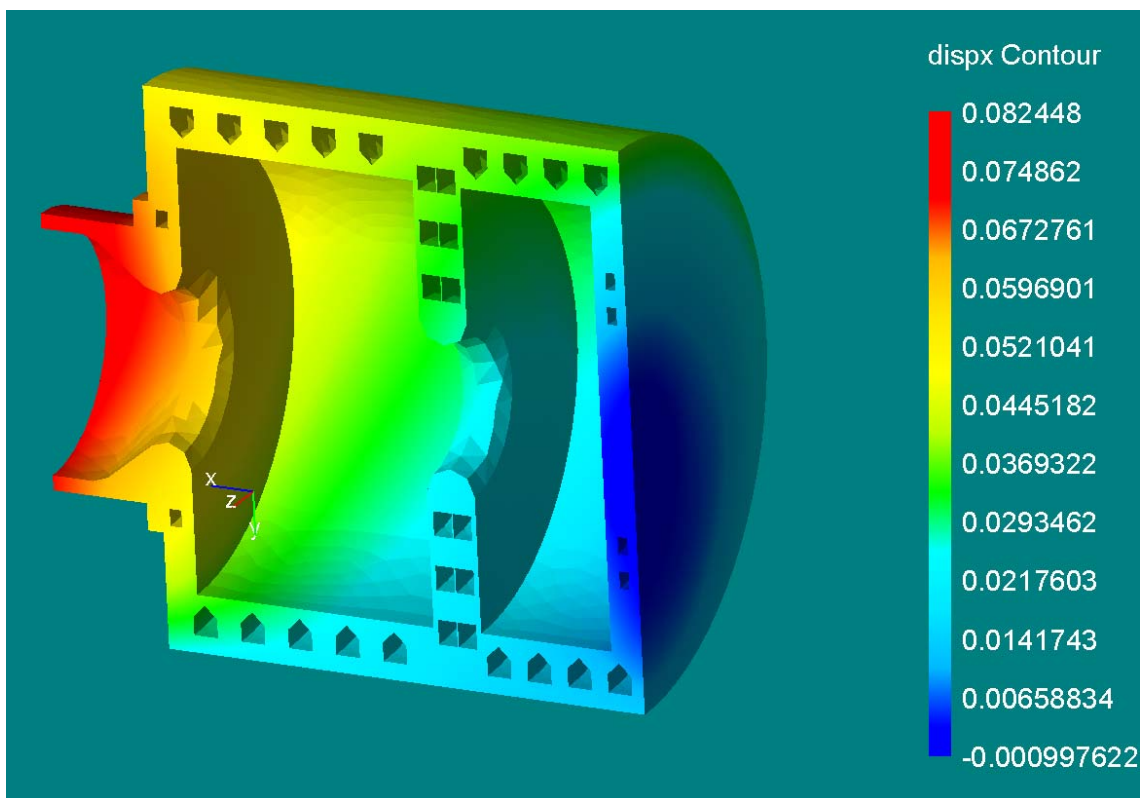


图 14 X 方向变位 (mm)

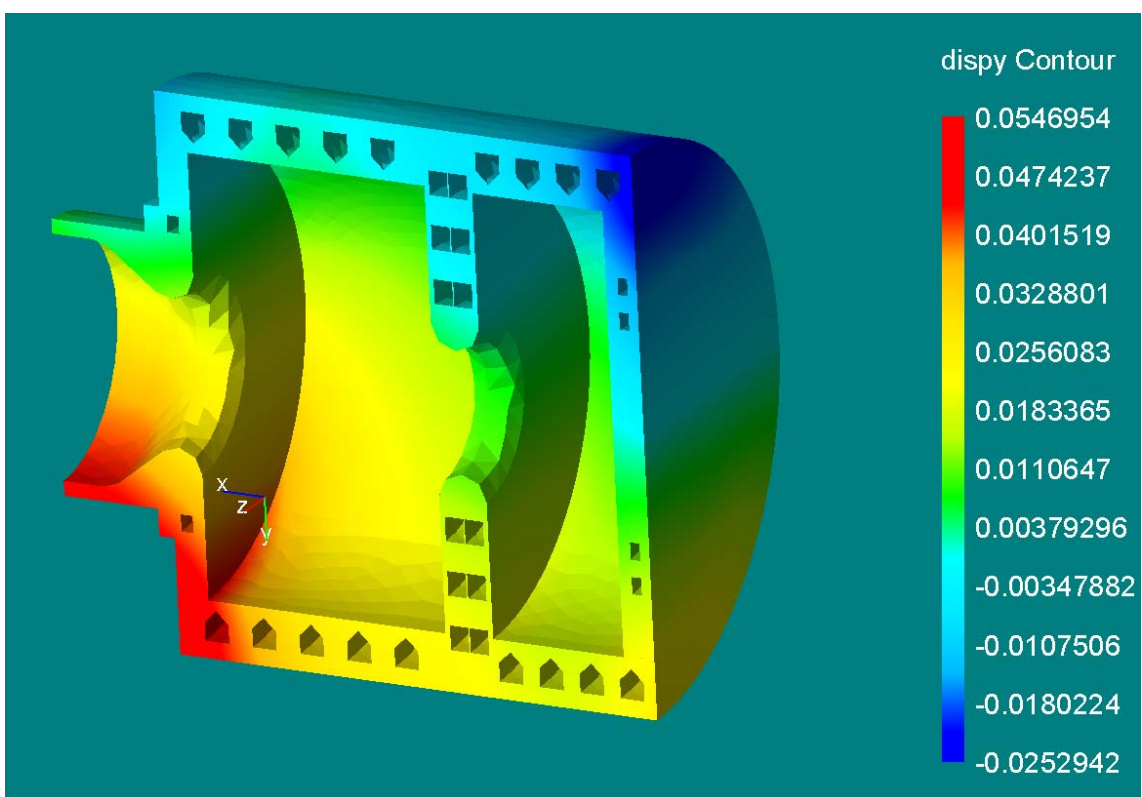


图 15 Y 方向变位 (mm)

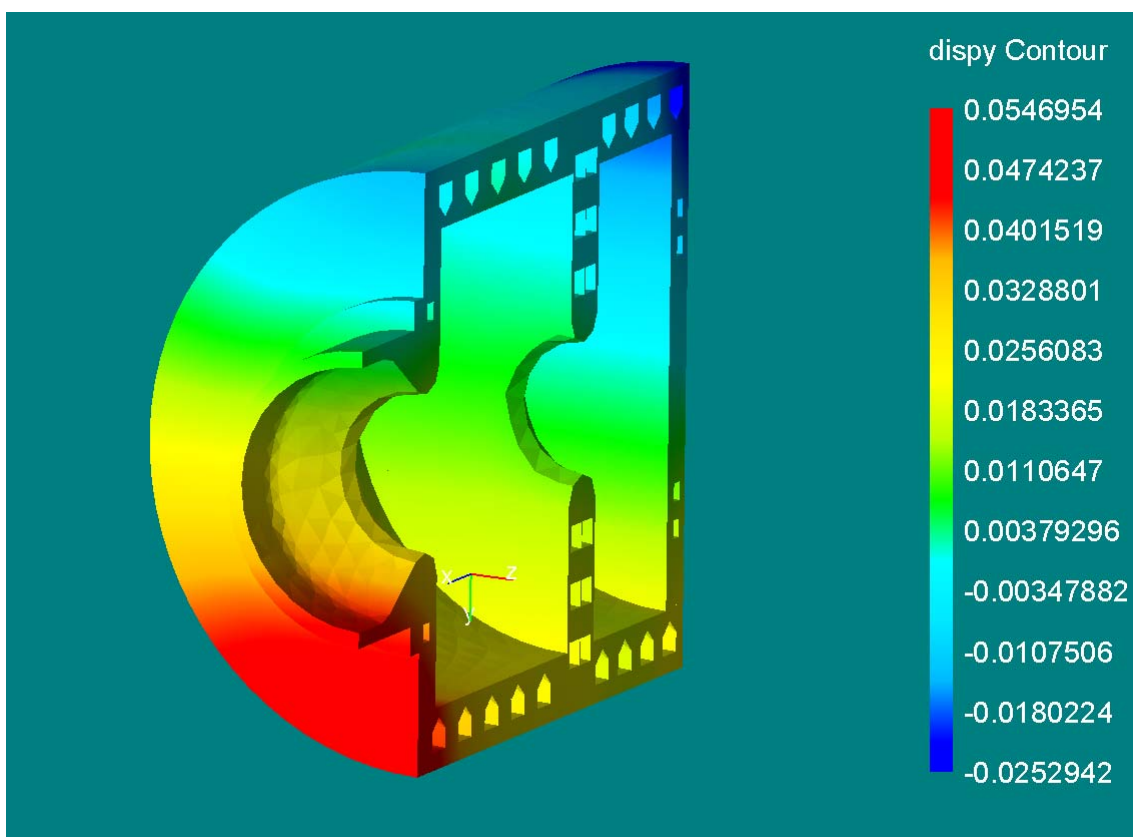


图 16 Y 方向变位 (mm)

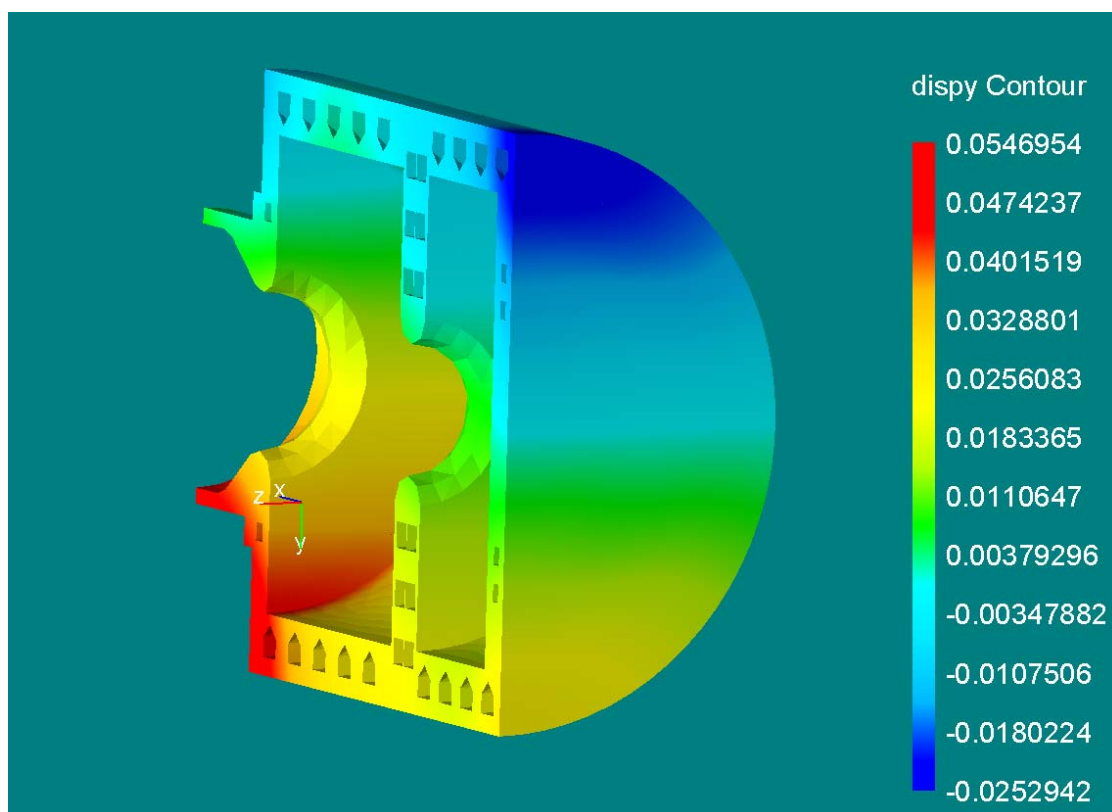


图 17 Y 方向变位 (mm)

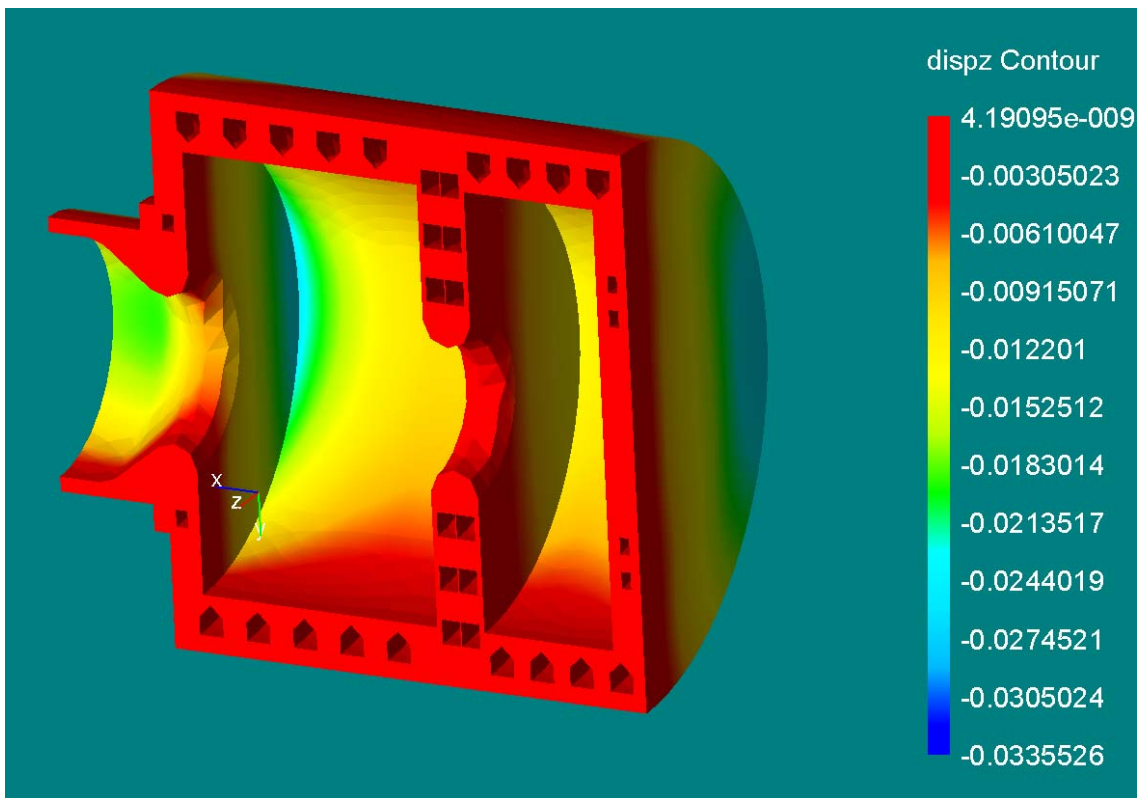


图 18 Z 方向变位 (mm)

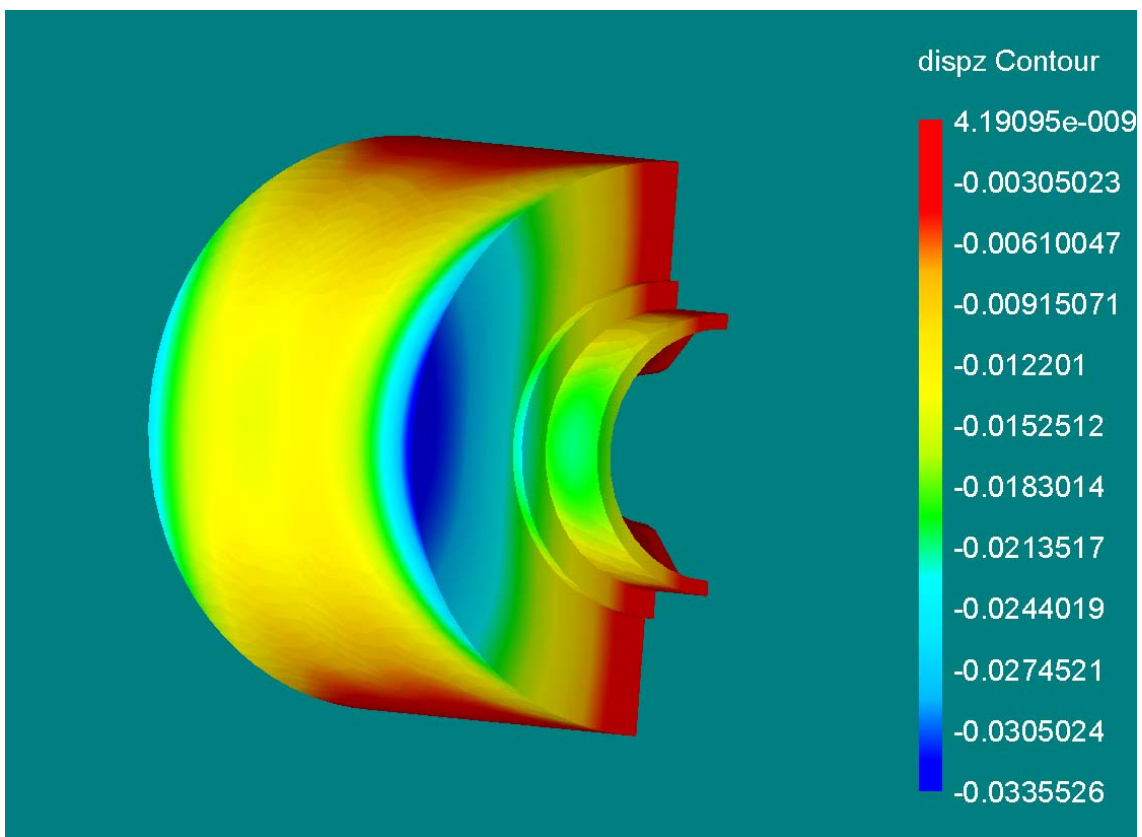


图 19 Z 方向变位 (mm)

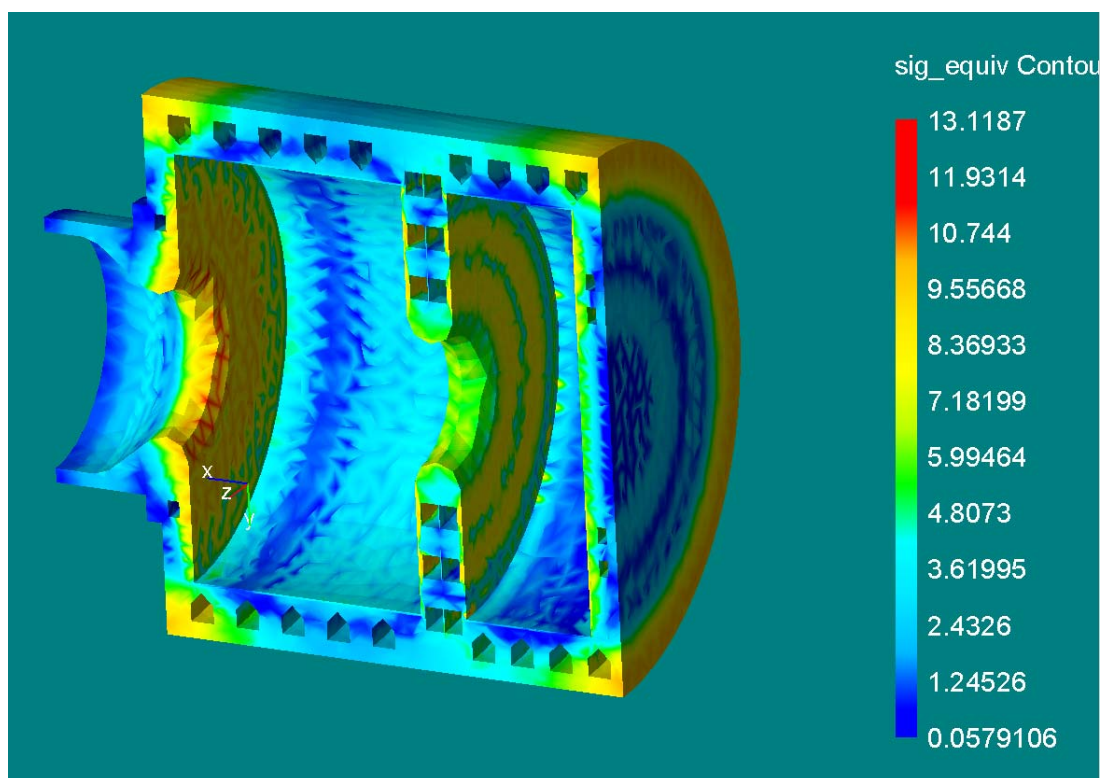


図 20 ミーゼス応力 (N/mm²)

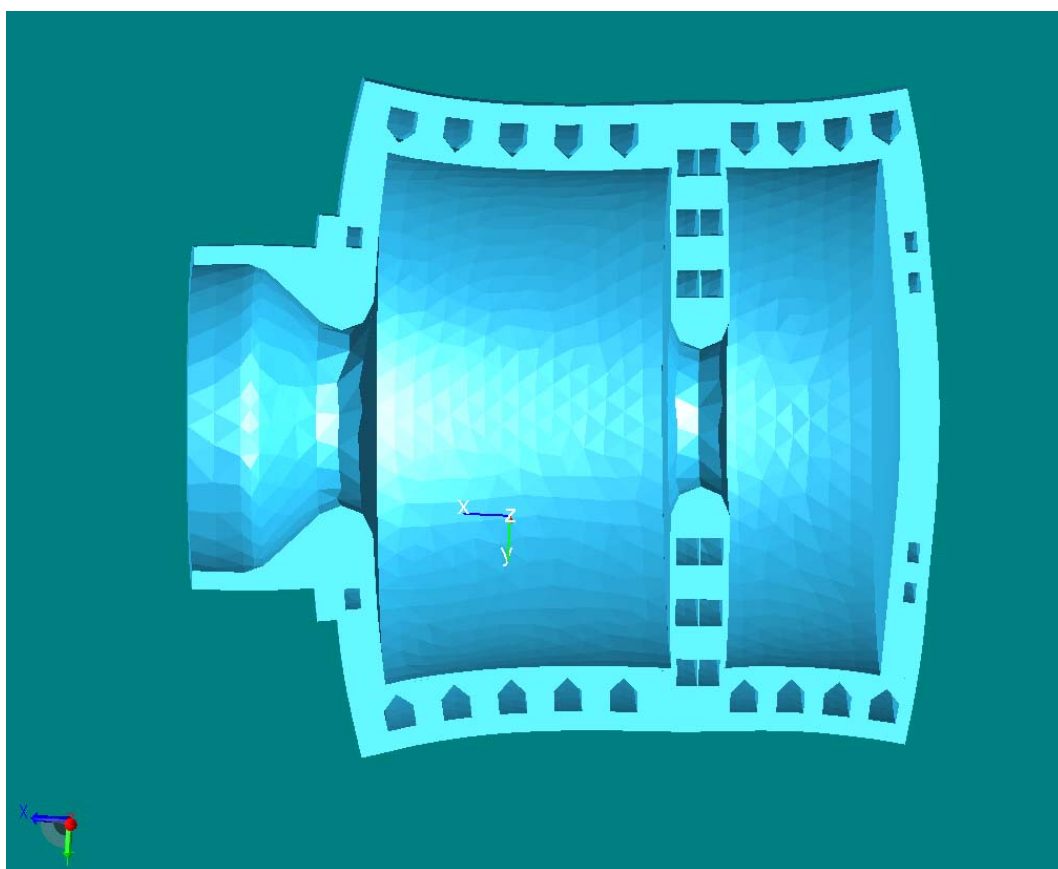


図 21 変形モデル (倍率 500 倍)

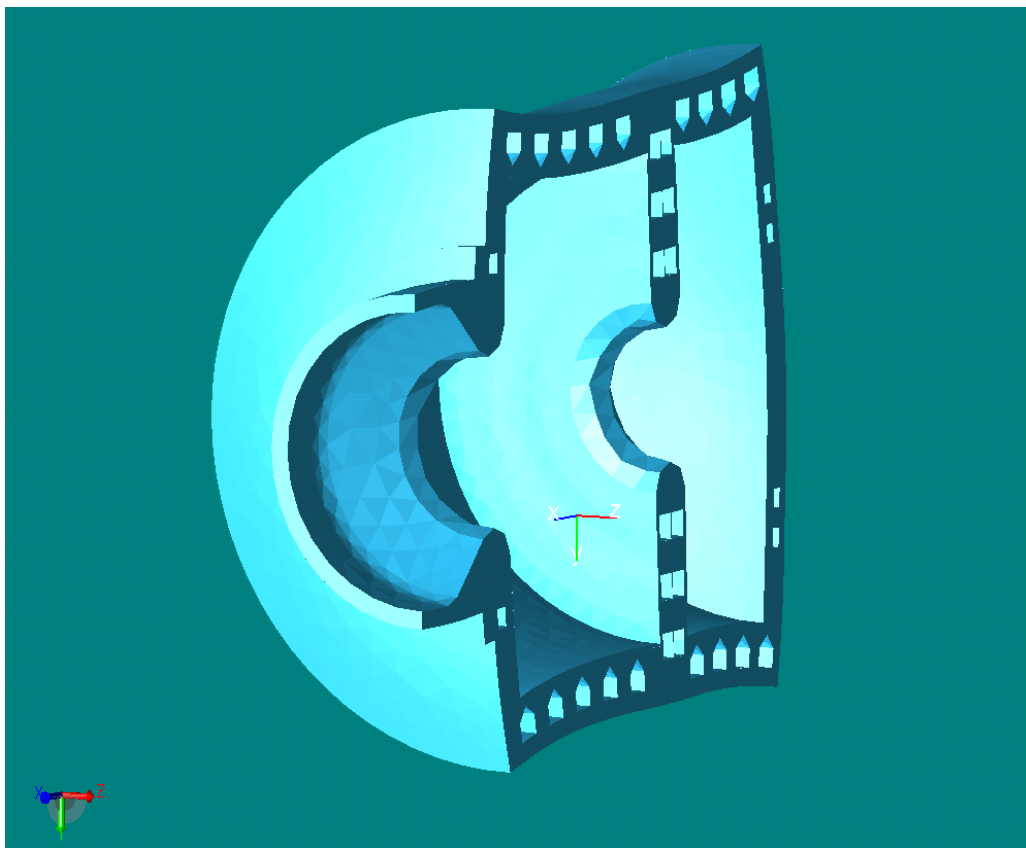


図 22 変形モデル (倍率 500 倍)

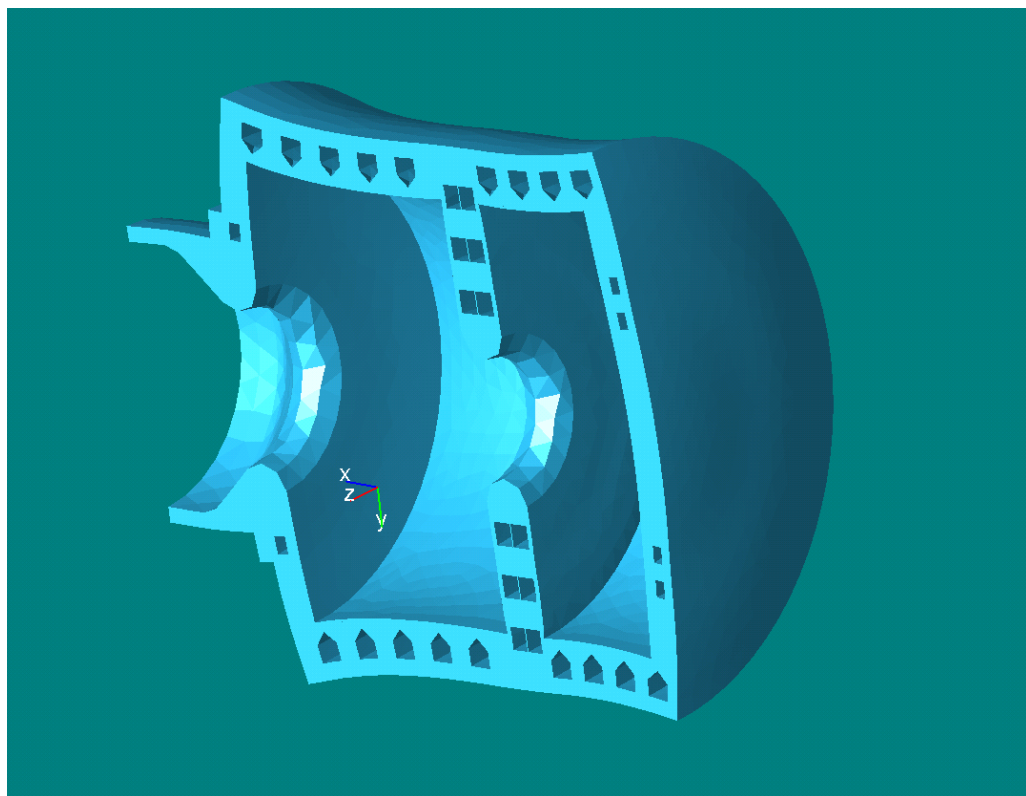


図 23 変形モデル (倍率 500 倍)