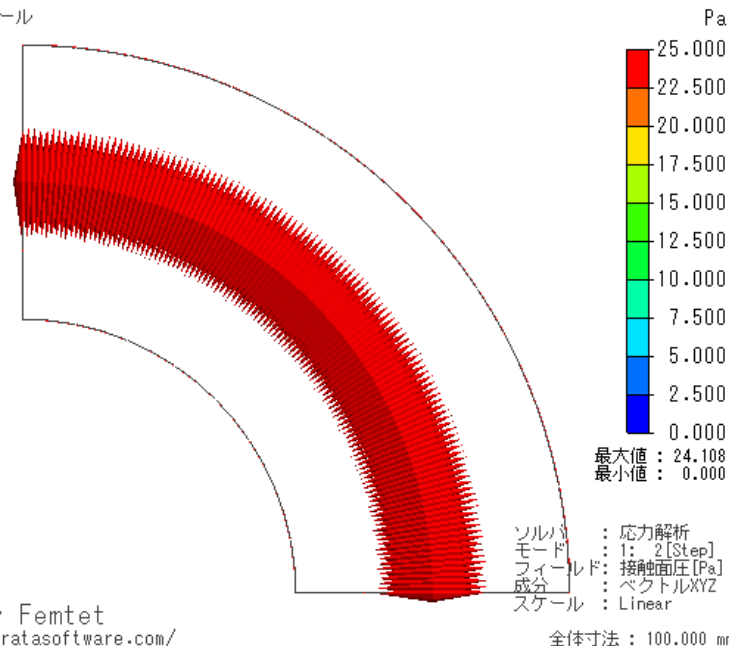


はめ合い解析の接触面圧の理論値比較

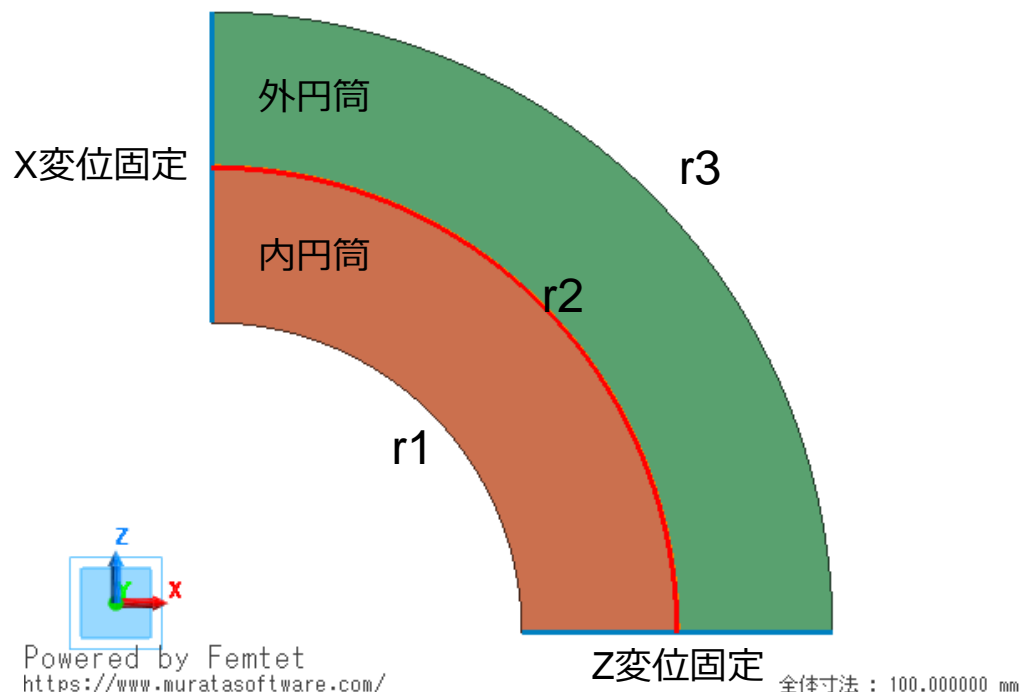


変位図: 実スケール



Powered by Femtet
<https://www.muratasoftware.com/>

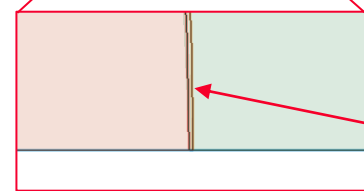
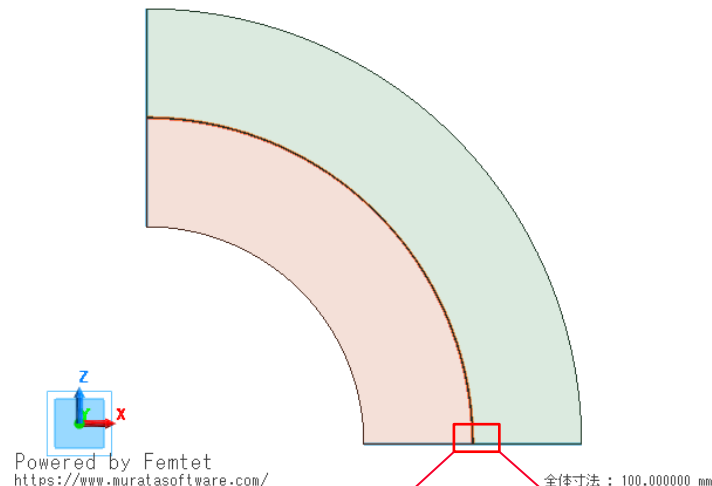
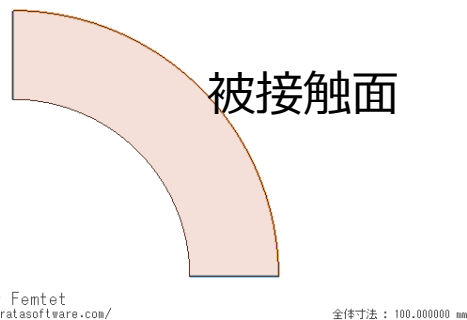
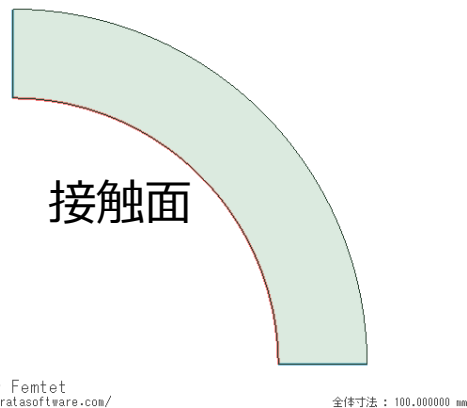
検証モデル（1/4対称モデル）



形状および材料定数

内円筒内径 r_1	50 mm
接触面半径 r_2	75 mm
外円筒外径 r_3	100 mm
内円筒物性値	
ヤング率 E_a	200000 Pa
ポアソン比 ν_a	0.3
外円筒物性値	
ヤング率 E_b	88000 Pa
ポアソン比 ν_b	0.32
はめあいしろ δ	0.2 mm

接触境界条件とはめあいしろ



径方向の干渉寸法を
0.1mmとする
(はめ合いしろは
2倍の0.2mm)

ボディ属性の編集 [in]

厚み/幅
初期ひずみ
方向
解析領域
材料切替
説明

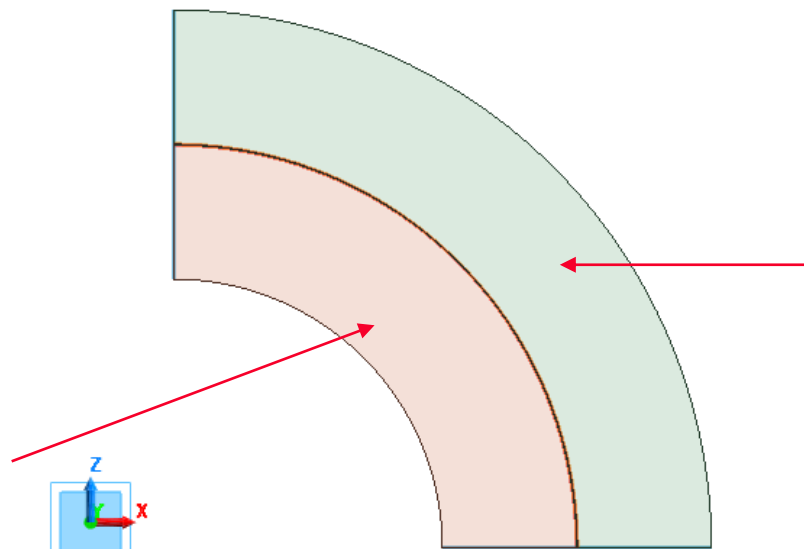
解析領域

ソルバ

- 電場解析/Coulomb
- 磁場解析/Gauss
- 熱伝導解析/Watt
- 応力解析/Galleo
- 電磁波解析/Hertz
- 圧電解析/Rayleigh
- 音波解析/Mach
- 簡易流体解析/Pascal

メッシュ空間

空間の番号



Powered by Femtet
<https://www.muratasoftware.com/>

全体寸法 : 100.000000 mm

ボディ属性の編集 [outer]

厚み/幅
初期ひずみ
方向
解析領域
材料切替
説明

解析領域

ソルバ

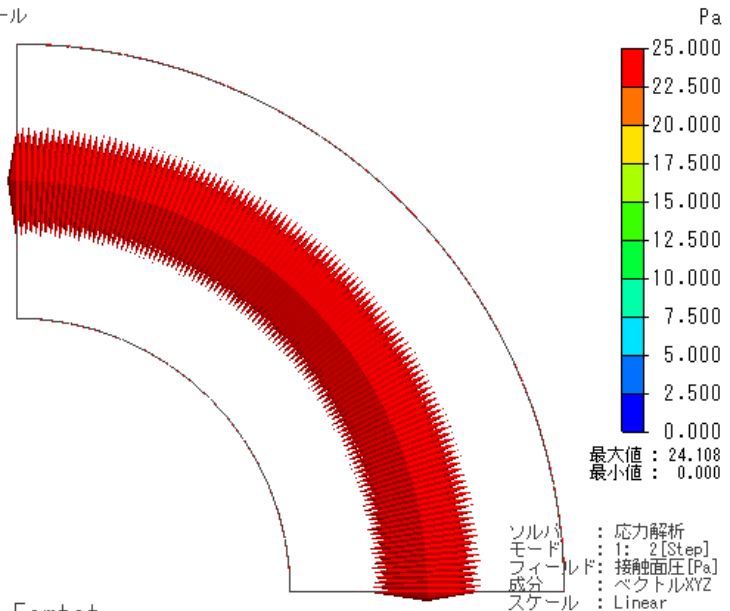
- 電場解析/Coulomb
- 磁場解析/Gauss
- 熱伝導解析/Watt
- 応力解析/Galleo
- 電磁波解析/Hertz
- 圧電解析/Rayleigh
- 音波解析/Mach
- 簡易流体解析/Pascal

メッシュ空間

空間の番号

それぞれのボディ属性のメッシュ空間を変えることでメッシュの重複が許容される

変位図: 実スケール



全体寸法 : 100.000 mm



Powered by Femtet
<https://www.muratasoftware.com/>

はめ合い部の接触面圧

Femtet解析結果 24.1 Pa

理論値 24.0 Pa

解析結果と理論値はよく一致

(参考) 理論値の計算式

公式

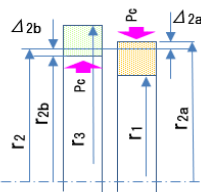
厚肉円筒(内半径: r_1 、外半径: r_2)において、
外圧: p_1 を受ける場合の半径方向の変位: u は

$$u = \frac{p_2 r_2^2 \{ (1 - \nu) r^2 + (1 + \nu) r_1^2 \}}{E (r_2^2 - r_1^2) r} \quad \dots \textcircled{1}$$

内圧: p_2 を受ける場合の半径方向の変位: u は

$$u = \frac{p_1 r_1^2 \{ (1 - \nu) r^2 + (1 + \nu) r_2^2 \}}{E (r_2^2 - r_1^2) r} \quad \dots \textcircled{2}$$

ただし、縦弾性係数: E 、ポアソン比: ν



ハメアイしろ: δ は

$$\delta = 2(\Delta_{2a} + \Delta_{2b}) \quad \dots \textcircled{3}$$

半径に比較して、変化量は少ないので

$$r_{2a} = r_2 + \Delta_{2a} \approx r_2$$

$$r_{2b} = r_2 - \Delta_{2b} \approx r_2$$

同様に、内円筒の内半径及び外円筒の外半径は
ハメアイ前後での変化量は微小として無視する。

接触面に発生する圧力を P_c とすると、内円筒は外圧を受けることになるから、式①より

$$\Delta_{2a} = \frac{p_c r_2 \{ (1 - \nu_a) r_2^2 + (1 + \nu_a) r_1^2 \}}{E_a (r_2^2 - r_1^2)} \quad \dots \textcircled{4}$$

同様に、外円筒は内圧を受けることになるから、式②より

$$\Delta_{2b} = \frac{p_c r_2 \{ (1 - \nu_b) r_2^2 + (1 + \nu_b) r_3^2 \}}{E_b (r_3^2 - r_2^2)} \quad \dots \textcircled{5}$$

式④、⑤を式③に代入して整理すると

$$\delta = 2 p_c r_2 \left(\frac{(r_2^2 + r_1^2) - \nu_a (r_2^2 - r_1^2)}{E_a (r_2^2 - r_1^2)} + \frac{(r_3^2 + r_2^2) + \nu_b (r_3^2 - r_2^2)}{E_b (r_3^2 - r_2^2)} \right)$$

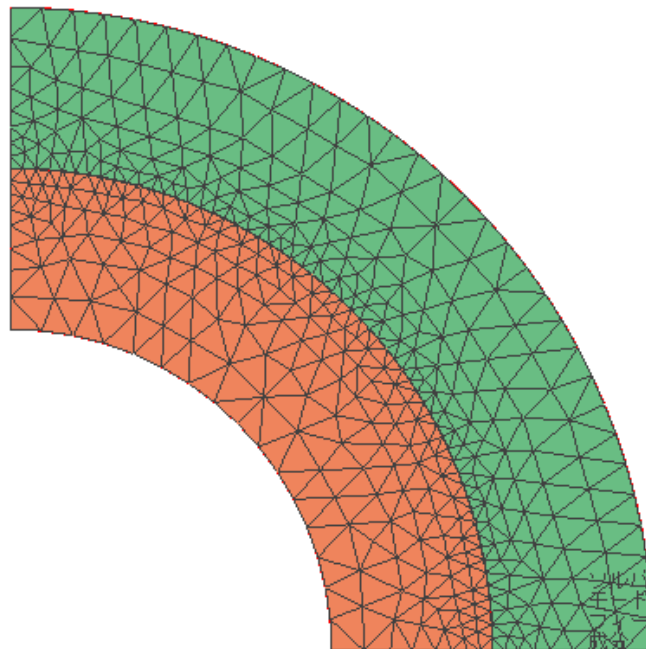
$$= 2 p_c r_2 \left(\frac{r_2^2 + r_1^2}{E_a (r_2^2 - r_1^2)} + \frac{r_3^2 + r_2^2}{E_b (r_3^2 - r_2^2)} - \frac{\nu_a}{E_a} + \frac{\nu_b}{E_b} \right) \quad \dots \textcircled{6}$$

計算例

内円筒のヤング率	E_a	200000
外円筒のヤング率	E_b	88000
内円筒のポアソン比	ν_a	0.3
外円筒のポアソン比	ν_b	0.32
内円筒の内半径	r_1	50
接触面の半径	r_2	75
外円筒の外半径	r_3	100
接触圧力	P_0	24.00
内円筒の外半径の縮小量	Δa	0.0207
外円筒の内半径の増加量	Δb	0.0795974
はめしろ	δ	0.20059481

(参考) メッシュ分割図

変位図: 実スケール



はめ合い接触部位のメッシュサイズ
を内円筒と外円筒で一致させている



Powered by Femtet
<https://www.muratasoftware.com/>

シミュレーション : 応力解析
ステップ : 1: 2 [Step]
フェーズ : 接触面圧 [Pa]
結果 : ベクトル XYZ
スケール : Linear

全体寸法 : 100.000 mm