

問題 1－4 圧力容器の胴径変化部（レジャーサ）

内圧 $P=10\text{MPa}$ を受ける圧力容器の胴径変化部（レジャーサ）について、解析・評価にもとづいて設計を行う（参照図）。材料は SB450 とする。ただし、モデル化の範囲は図で示した部分のみとする。

（１） 図 1 に示す形状について検討する。 $T_1=30\text{mm}$, $T_2=15\text{mm}$, $L_1=350\text{mm}$, $L_2=175\text{mm}$ とする。エンドフォース F_p は各自見積もること。

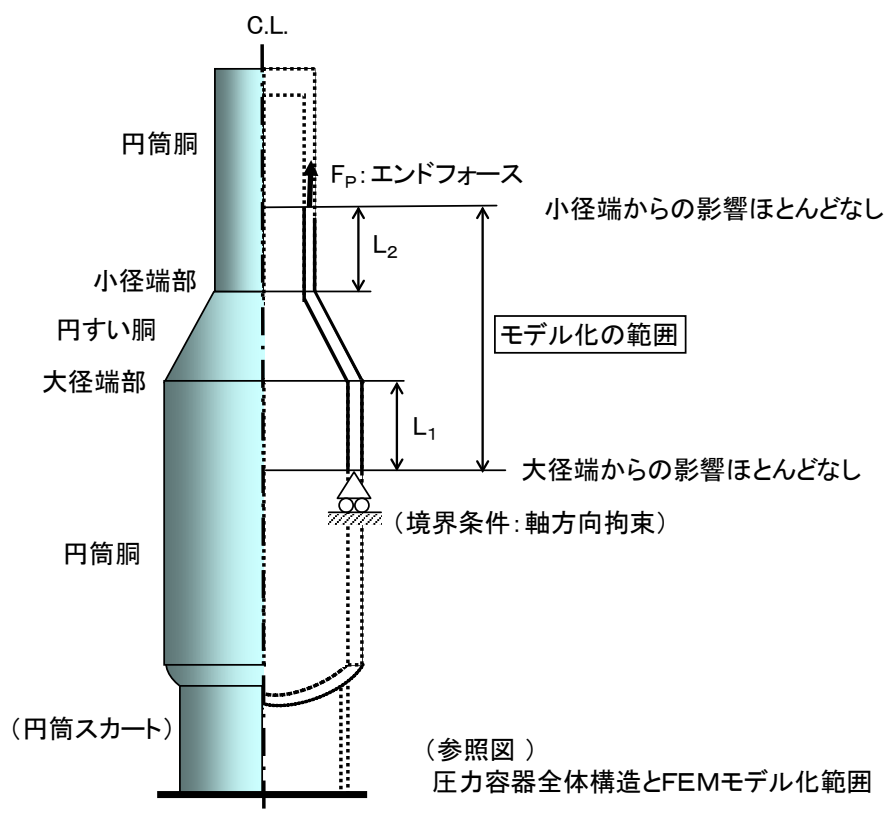
（１－１）薄肉円筒の式を用いて大径円筒胴および小径円筒胴部のオーダーエスティメーションを行え。本設計は、強度上妥当な設計といえるか？

（１－２）モデル化の範囲について L_2 は $L_2=3\sqrt{R_2T_2}$ を目安に決定されているが、これは妥当な長さと言えるか考察せよ（特別に有限要素法解析を行う必要はない）。

（１－３）降伏（静的強度）の評価を行え

（１－４）内圧の負荷と除荷が繰り返されるときの、疲労の評価を行え。

（２） ＊次に図 2 のように、小径端部の円筒胴に、外面勾配 $=1/x$ のテーパ付き円筒胴を設け、大径端部の円すい胴に、内半径 r で板厚が円すい胴と同じ T_1 の円環胴（ナックル）を設ける。降伏強度と疲労強度の両方を満足するための r と x の設計を行え。テーパとナックルを設けることにより、図 1 の形状の結果からの変化について考察を行うこと。（ヒント $x=4$, $r=30, 100\text{mm}$ で試してみよ）



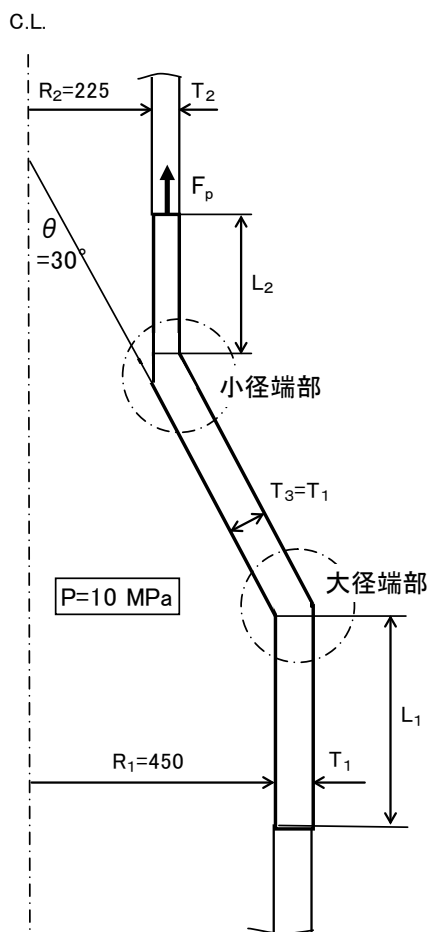


図1 ナックルなしレジューサ

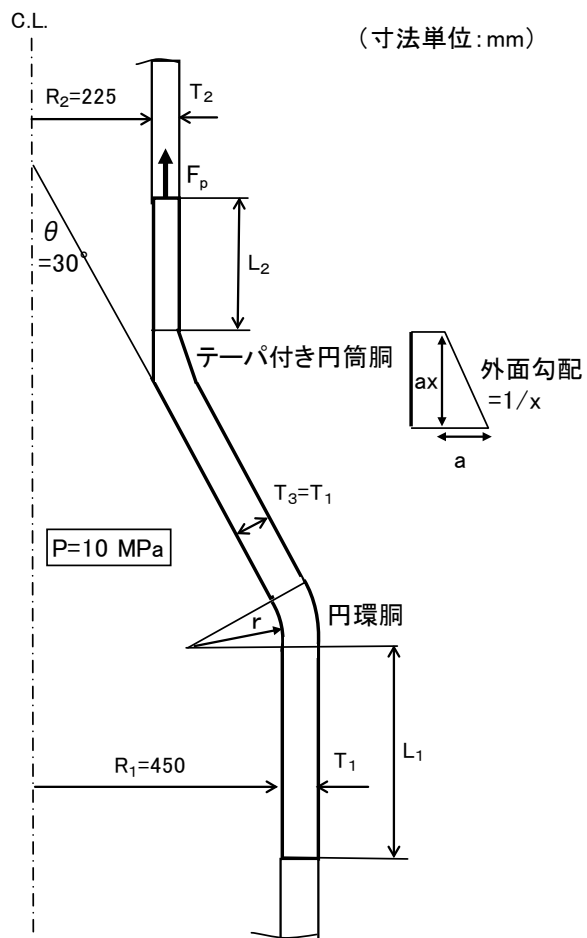
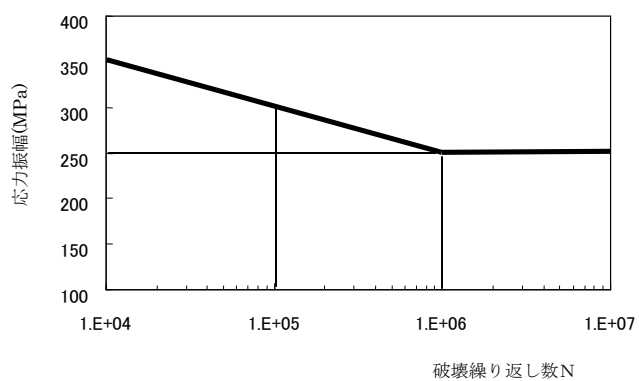


図2 ナックル付きレジューサ



ヤング率 E	ポアソン比	降伏応力 σ_Y	引張強さ σ_B
205 GPa	0.3	250 MPa	450 MPa

SB450 の物性値

略解)

解析ソフトウェアは Easy-σ

(1)

エンドフォースは $F_p = \pi \times 225 \times 225 \times 10 = 15896.25 \text{ N}$

これを断面積で割って、 $\sigma_p = 72.58 \text{ MPa}$ の分布荷重を上端にかける。

(1-1)

周方向応力と半径方向変位を見積もる

大径円筒胴： $\sigma_\theta = PR_1/T_1 = 10 \times 450/30 = 150 \text{ Mpa}$ $\delta = PR_1^2 (1-\nu/2) / ET_1 = 0.27 \text{ mm}$

小径円筒胴： $\sigma_\theta = PR_2/T_2 = 10 \times 225/15 = 150 \text{ Mpa}$ $\delta = PR_2^2 (1-\nu/2) / ET_2 = 0.135 \text{ mm}$

いずれも、降伏応力を下回る。

(1-2)

一般部では構造不連続の影響はほとんどなくなり、応力、変位とも一般部の理論解に等しいほどにほぼ一様な状態にあることから妥当な長さといえる。

(1-3)

上部は、降伏応力、疲労限度とほぼ同程度、下部は、静的強度、疲労強度共に不十分

(2)

上部テーパ部は、テーパが $x = 45/11 = 4$ で条件を満たす。 $x = 3$ でも条件を満たす。

下部大径端部 $R = 100$ 程度必要