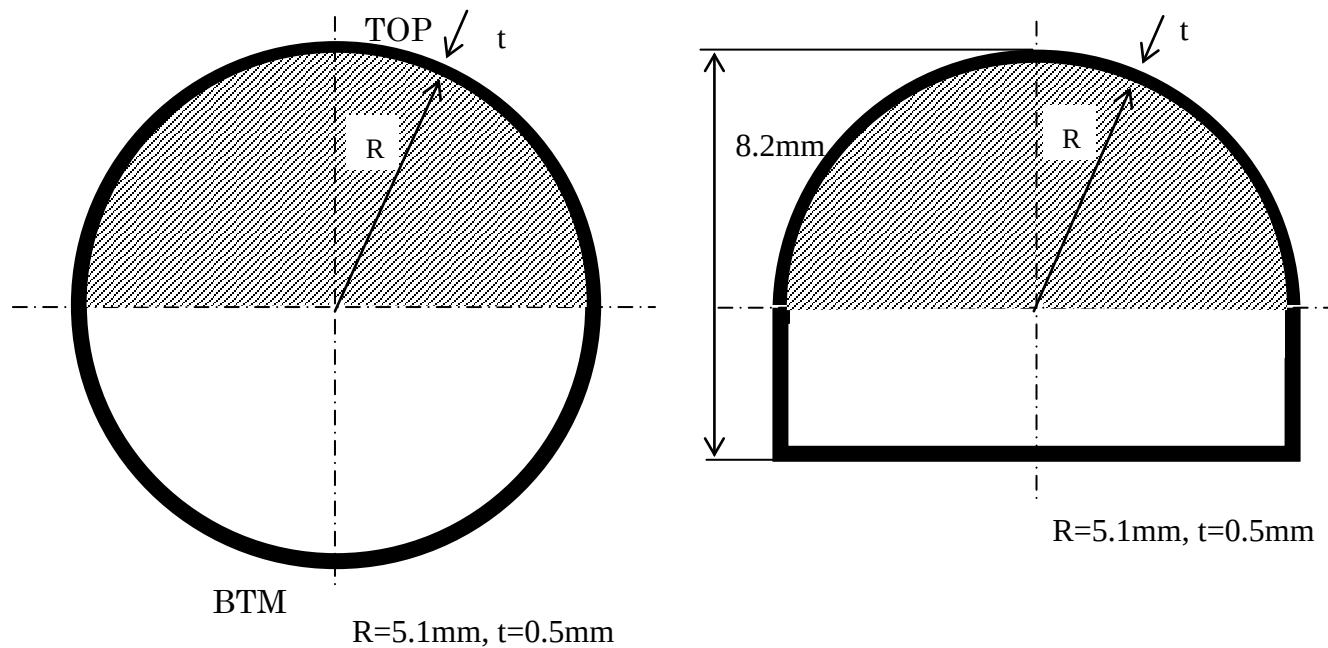


問題 1－9 外圧を受ける配管（トンネル）

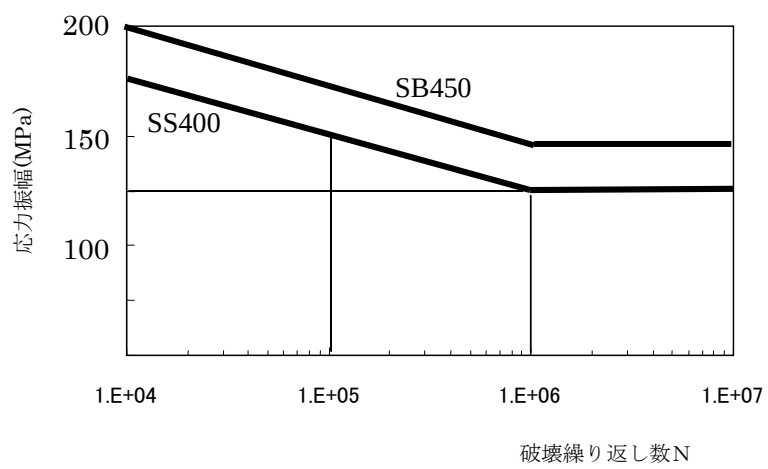
図のような外圧を受ける配管の中に、斜線の領域のような、さらに小さなチューブを通すスペースを確保する。初期設計として円形断面とアーチ型断面を考える。

外圧は 1MPa とする。材料は SS400 とする。



- (1) 両モデルについて、解析メッシュサイズの評価、解析結果のオーダーエスティメーションを行え（薄肉円筒の値と比較せよ）。
- (2) 円形断面とアーチ型断面の応力の違いについて考察せよ。
- (3) 配管は静的強度（降伏応力）に対して、どの程度安全裕度があるかを求めよ。
- (4) 配管の疲労強度に対して、どの程度安全裕度があるかを求めよ。
- (5) *円形断面では無駄な部分が多すぎ、アーチ型では応力が高すぎる。断面積を、アーチ型の断面積より同じか小さくしつつ、応力を最小にするためにはどのような断面形状が最適かを設計せよ。ただし、前述のように図の斜線部分は設計を変えてはいけない。板厚 t も変えてはいけない。

材料	ヤング率 E	ポアソン比	降伏応力 σ_Y	引張強さ σ_B	疲労強度
SS400	205[GPa]	0.3	300[MPa]	400[MPa]	下記 SN 曲線を参照



(略解)

(1) ~ (4)

薄肉円筒の式により、円形は $\sigma_{\theta} = -Pr/t = 1.0 \cdot 5.0 / 0.5 = 10 \text{MPa}$ ※機械工学便覧 $\alpha 3$ -p. 64 解析とよく一致する。

アーチ型は等分布荷重の単純支持 or 固定支持はりと比較する。単純支持と固定支持の間程度になる。

降伏に対しては、アーチ型の特異点を除けば OK。

疲労に関しては、円形型は圧縮応力のため疲労は生じない。アーチ型は、ほとんど安全裕度はない。繰り返し使うべきではない。

(5) 馬蹄形が一つの解