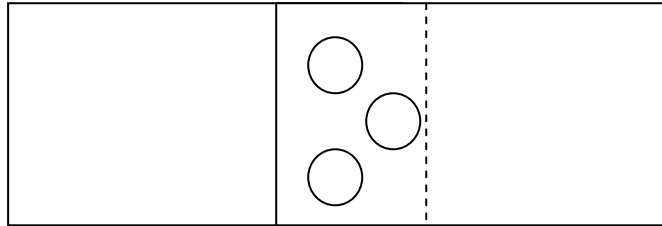


## 練習問題 3

1. 下図の様に, 2 枚の板が 3 本のリベット (直径 10[mm]) で固定されている. また, 板の両端に 150[kN] の引張力が作用している. この時, リベットの横断性係数を 80[GPa] とすると, リベットに作用するせん断応力はいくらか?



問題より

$$d = 10[\text{mm}] = 10 \times 10^{-3}[\text{m}]$$

$$P = 150[\text{kN}] = 150 \times 10^3[\text{N}]$$

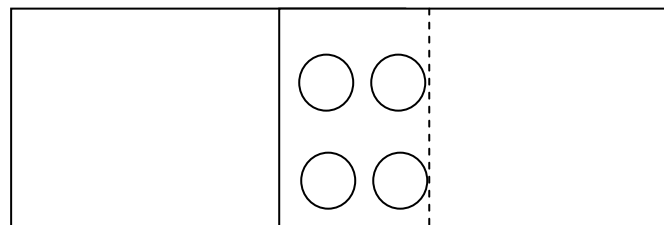
リベットの総断面積は

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot 3$$

よって, テキスト p. 式よりリベットに作用するせん断応力  $\tau$  は,

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{Q}{A} = \frac{P}{A} = \frac{150 \times 10^3 \times 4}{\pi \times (10 \times 10^{-3})^2 \times 3} \\ &= 0.6369 \times 10^9 [\text{Pa}] \\ &\therefore = 637 [\text{MPa}] \end{aligned}$$

2. 下図の様に, 2 枚の板が 4 本のリベットで固定されている. また, 板の両端に 200[kN] の引張力が作用している. この時, リベットの横断性係数を 90[GPa] とすると, リベットに作用するせん断応力を 100[GPa] とした時, リベットの断面積はいくらか?



問題より

$$P = 200[\text{kN}] = 200 \times 10^3[\text{N}]$$

$$\tau = 100[\text{GPa}] = 100 \times 10^9[\text{Pa}]$$

ひとつのリベットにかかる引張力  $P'$  は

$$P' = \frac{P}{4}$$

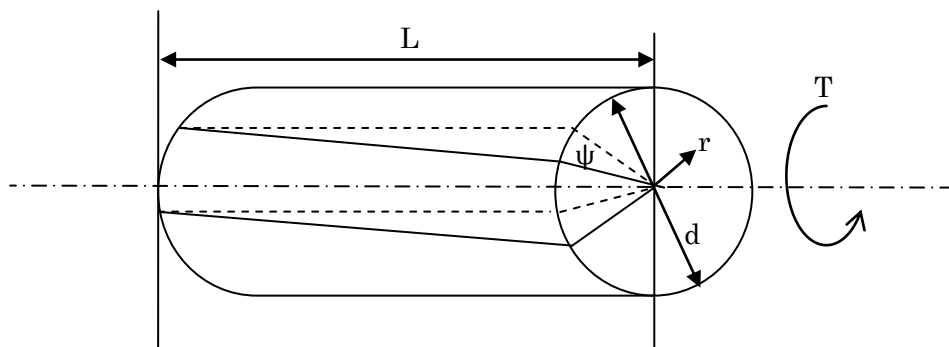
よって、テキスト p. 式よりリベットの断面積  $A$  は,

$$\tau = \frac{Q}{A} = \frac{P}{4A}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{P}{4\tau} = \frac{200 \times 10^3}{4 \times 100 \times 10^9} \\ &= 0.5 \times 10^{-6}[\text{m}^2] \\ &\therefore = 0.5[\text{mm}^2] \end{aligned}$$

3. 長さが 2[m], 直径が 50[mm]の円形断面の円柱に, 1000[Nm]のねじりトルクが作用している時, 下記の値を求めよ. ただし, 材料の横弾性係数を 20[GPa]とする.

- (1) 最大せん断応力を求めよ.
- (2) 中心軸から 20[mm]のところでの, せん断応力を求めよ.
- (3) 全長のねじれ角を求めよ.
- (4) 極断面係数を求めよ.
- (5) 断面二次極モーメントを求めよ.



問題より

$$d = 50[\text{mm}] = 50 \times 10^{-3}[\text{m}]$$

$$r = 20[\text{mm}] = 20 \times 10^{-3}[\text{m}]$$

$$G = 20[\text{GPa}] = 20 \times 10^9[\text{Pa}]$$

- (1) テキスト p.52 式(4.16)より, 最大せん断応力  $\tau_{\max}$  は

$$\begin{aligned}
 \tau_{\max} &= \frac{M_t d}{I_p} \frac{1}{2} = \frac{16M_t}{\pi d^3} = \frac{16 \times 1000}{\pi \times (50 \times 10^{-3})^3} \\
 &= 0.04074 \times 10^9 [\text{Pa}] \\
 &= 40.74 \times 10^6 [\text{Pa}] \\
 &\therefore = 40.7 [\text{MPa}]
 \end{aligned}$$

(2) テキスト p.52 式(4.15)より，せん断応力 $\tau$ は

$$\begin{aligned}
 \tau &= \frac{M_t}{I_p} r = \frac{32M_t}{\pi d^4} \cdot r = \frac{32 \times 1000}{\pi \times (50 \times 10^{-3})^4} \times 20 \times 10^{-3} \\
 &= 32.59 \times 10^6 [\text{Pa}] \\
 &\therefore = 32.6 [\text{MPa}]
 \end{aligned}$$

(3) テキスト p.52 式(4.14)より，ねじれ角 $\psi$ は

$$\begin{aligned}
 \psi &= \frac{32M_t L}{\pi d^4 G} = \frac{32 \times 1000 \times 2}{\pi \times (50 \times 10^{-3})^4 \times 20 \times 10^9} \\
 &= 0.1630 [\text{rad}]
 \end{aligned}$$

(4) テキスト p.52 式(4.17)より，極断面係数 $Z_p$ は

$$\begin{aligned}
 Z_p &= \frac{\pi d^3}{16} = \frac{\pi \times (50 \times 10^{-3})^3}{16} \\
 &\therefore = 2.45 \times 10^{-5} [\text{mm}^3]
 \end{aligned}$$

(5) テキスト p.51 式(4.12)より，断面二次極モーメント $I_p$ は

$$\begin{aligned}
 I_p &= \frac{\pi d^4}{32} = \frac{\pi \times (50 \times 10^{-3})^4}{32} \\
 &= 6.136 \times 10^{-7} [\text{mm}^4]
 \end{aligned}$$