

機械要素設計 2 レポート 04

認定出席

解答はこの用紙に行いなさい。ホッチキスは用いず、途中式は省略しないこと。

1. 式(4.18)を(4.16)から丁寧に導出しなさい。

$$\text{式(4.16)} \quad \dot{\epsilon}_{\max} = \alpha \frac{Fl^2}{EI} = \alpha \frac{Fl^2}{E \frac{\pi d^4}{64}} = \frac{\alpha Fl^2 \times 64}{E \times \pi d^4}$$

$$d^4 = \frac{\dot{\epsilon}_{\max} \pi d^4 E}{\alpha Fl^2}$$

$$d^4 = \frac{64 \alpha Fl^2}{\pi E \dot{\epsilon}_{\max}} \rightarrow d = \sqrt[4]{\frac{64 \alpha Fl^2}{\pi E \dot{\epsilon}_{\max}}}$$

2. 長さ 0.5m の中実軸の中央に集中荷重として 10kN が働いている。この場合の最大たわみ( $\delta_{\max}/l=1/1200$ )による軸径  $d_1$  と最大たわみ角( $\dot{\epsilon}_{\max}=1/1000[\text{rad}]$ )による軸径  $d_2$  を求め、適切な軸径を求めなさい。ただし、縦弾性係数を 210GPa とする。※ 転がり軸受による軸の直径を用いれば良い。

$$d_1 = \sqrt[4]{\frac{64 \alpha Fl^2}{\pi E \dot{\epsilon}_{\max}}} = \sqrt[4]{\frac{64 \times (1/16) \times (10 \times 10^3) \times (0.5)^2}{\pi \times 210 \times 10^9 \times (1/1000)}} = 0.06239\text{m} = 63\text{mm} \quad (\text{切り上げ})$$

$$d_2 = \sqrt[4]{\frac{64 \beta Fl^3}{\pi E \delta_{\max}}} = \sqrt[4]{\frac{64 \times (1/8) \times (10 \times 10^3) \times (0.5)^2}{\pi \times 210 \times 10^9}} \times \left( \frac{1200}{1200} \right) = 52\text{mm}$$

$1.43 \times 10^{-3}$

$$= 0.0496 = 50\text{mm}$$

したがって、63mm を用いればよい。

3. 回転速度 100rpm で 20kW の動力を伝達する長さ 2.0m の中実軸の軸径を求めなさい。また、この軸の両端に生じるねじれ角を求めなさい。ただし、許容せん断応力を 60MPa、せん断弾性係数を 90GPa とする。

$$P = T \omega \rightarrow T = \frac{60P}{2\pi n} = \frac{60 \times 20 \times 10^3}{2\pi \times 100} = 1909.8 \dots = 1910\text{N}\cdot\text{m}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi \tau_a}} = 3 \sqrt{\frac{16 \times 1910}{\pi \times 60 \times 10^6}} = 55\text{mm} \quad (\text{切り上げ})$$

$$I_p = \frac{\pi d^4}{32} = \frac{\pi \times (55 \times 10^{-3})^4}{32} = 8.98 \times 10^{-7} \text{m}^4$$

$$\theta \times l = \frac{T}{G \times I_p} \times l = \frac{1910}{(90 \times 10^9) \times (8.98 \times 10^{-7})} \times 2 = 0.0473 \text{rad} = 2.71^\circ$$



## 機械要素設計 2 レポート 06

認定出席

解答はこの用紙に行いなさい。ホッチキスは用いず、途中式は省略しないこと。

1. 回転速度 200rpm で 40kW の動力を伝達する長さ 1.5m の中実軸の軸径を求めなさい。また、この軸の両端に生じるねじれ角を求めなさい。ただし、許容せん断応力  $\tau_a$  を 45MPa、せん断(横)弾性係数  $G$  を 75GPa、ポアソン比  $\nu$  を 0.3 とする。以下の問いを答えなさい。

- (1) 伝達トルク  $T$  を求めなさい。

$$P = T\omega = T \frac{2\pi N}{60} = T \frac{2\pi \times 200}{60} \text{ N}$$

$$\rightarrow T = \frac{60P}{2\pi N} = \frac{60 \times 40 \times 10^3}{2\pi \times 200} = 1910 \text{ N}\cdot\text{m}$$

- (2) 式(4.5)から軸径を求めなさい。

$$d = \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi \tau_a}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 1910}{\pi \times 45 \times 10^6}} = 0.060 \dots \approx 61 \text{ mm}$$

切り上げる

- (3) 適切な軸の直径を求めなさい。※教科書 p.93 の表 4.2 の円筒軸端を用いること

表より 63 mm となる。

- (4) ねじれ角  $\theta$  を求めなさい。角度は弧度法 rad と度数法で表すこと

$$I_p = \frac{\pi d^4}{32} = \frac{\pi \times (63 \times 10^{-3})^4}{32} = 1.55 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$\text{ねじれ角} = \theta \times l = \frac{T}{G \times I_p} \times l = \frac{1910 \times 1.5}{75 \times 10^9 \times 1.55 \times 10^{-6}} = 0.0246 \text{ rad} = 1.41 \text{ deg}$$

- (5) 縦弾性係数(ヤング率)  $E$  を求めなさい。 ヒント:  $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$  ※ 材料力学 1 で勉強済み

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \Rightarrow E = G \times 2(1+\nu) = 75 \times 10^9 \times 2 \times (1+0.3) = 1.95 \times 10^{11} \text{ Pa}$$



## 機械要素設計2 レポート07

認定出席

解答はこの用紙に行いなさい。ホッチキスは用いず、途中式は省略しないこと。

1. 配布資料1のp.16にある図のような重り( $M=200\text{kg}$ )を持ち上げる巻き上げ機の軸径  $d$  を決定したい。以下の問いを答えなさい。ただし、軸は両端を軸受で単純支持(支持間距離  $L=800\text{mm}$ )とし、ドラム(ドラム径  $D=0.5\text{m}$ )は両支点の中央にあって、その自重は無視できるものとする。また、許容せん断応力を  $45\text{MPa}$ 、許容引張応力を  $55\text{MPa}$  とする。

- (1) ねじりモーメント  $T$  を求めなさい。

$$T = F \times \frac{D}{2} = (200 \times 9.81) \times \frac{0.5}{2} = 490.5 = 491 \text{ N}$$

- (2) 曲げモーメント  $M$  を求めなさい。※ 単純支持で中央に集中荷重がかかっている場合は、「支持間距離  $\times$  集中荷重の値  $\times 0.25$ 」で求められる。

$$M = \frac{1}{4} F \times L = \frac{1}{4} \times (200 \times 9.81) \times 0.8 = 392.4 \approx 392 \text{ N}\cdot\text{m}$$

- (3) 相当ねじりモーメント  $T_e$  を求めなさい。

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = \sqrt{392^2 + 491^2} = 628.2 \approx 628 \text{ N}\cdot\text{m}$$

- (4) 相当曲げモーメント  $M_e$  を求めなさい。

$$M_e = \frac{1}{2} (M + \sqrt{M^2 + T^2}) = \frac{1}{2} (392 + \sqrt{392^2 + 491^2}) = 510.1 \text{ N}\cdot\text{m} \approx 510 \text{ N}\cdot\text{m}$$

- (5) 許容せん断応力から求められる軸径  $d_s$  を求めなさい。

$$\sigma_a = \frac{32}{\pi d^3} M_e \rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{32 M_e}{\pi \sigma_a}} = \sqrt[3]{\frac{32 \times 510}{\pi \times 55 \times 10^6}} = 0.04554 \approx 45.46 \text{ mm} \quad (\text{切り上げる})$$

- (6) 引張応力から求められる軸径  $d_o$  を求めなさい。

$$\tau_a = \frac{16}{\pi d^3} T_e \rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{16 T_e}{\pi \tau_a}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 628}{\pi \times 45 \times 10^6}} = 41.4 \times 10^{-3} \approx 42 \text{ mm} \quad (\text{切り上げる})$$

- (7) 適切な軸径を「転がり軸受」の欄から選択しなさい。

軸径が大きい46mmを用いて50mmが採用する。





## 機械要素設計 2 レポート 08

認定出席

解答はこの用紙に行いなさい。ホッチキスは用いず、途中式は省略しないこと。

1. 直径 30mm の軸が 500rpm で回転している。キーの許容せん断応力を 20MPa, キーの許容圧縮応力を 100MPa とする場合に、伝達可能な動力を求めたい。以下の問いを答えなさい。ただし、キーの長さは  $l=1.3d$  とする。※ キーは最小の大きさを選び、軸は十分な強度を持っていることを仮定すること。

- (1) 適切なキーの呼び寸法と長さを求めなさい。

表4.5より  $10 \times 8$  を採用する。

キーの長さ  $l$  は、 $l = 1.3d = 1.3 \times 30 \text{ mm} = 39 \text{ mm}$  とする。

- (2) 許容せん断応力から検討しなさい。

$$\text{面積: } b \times l = 10 \times 10^{-3} \text{ m} \times 39 \times 10^{-3} \text{ m} = 390 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{伝達可能なトルク: } T_1 &= \frac{d}{2} \times (b l \times \tau_a) = \frac{30 \times 10^{-3} \text{ m}}{2} \times 390 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \times 20 \times 10^6 \text{ Pa} \\ &= \underline{117 \text{ Nm}} // \end{aligned}$$

- (3) 許容圧縮応力から検討しなさい。

$$\text{面積: } \frac{h}{2} \times l = \frac{8 \times 10^{-3} \text{ m}}{2} \times 39 \times 10^{-3} \text{ m} = 156 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{伝達可能なトルク: } T_2 &= \frac{d}{2} \times \left( \frac{h}{2} l \times \sigma_a \right) \\ &= \frac{30 \times 10^{-3} \text{ m}}{2} \times \left( 156 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \times 100 \times 10^6 \text{ Pa} \right) \\ &= \underline{234 \text{ Nm}} // \end{aligned}$$

- (4) 伝達可能なトルクを答えなさい。

したがって、117 Nm が伝達可能なトルクになる。

