

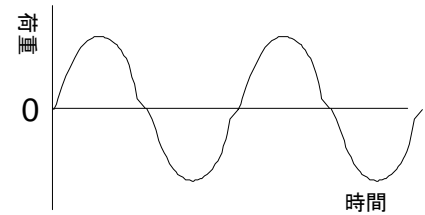
氏名：

学籍番号：

1. 次の機械設計に関する用語を簡潔に説明せよ。(必要な場合、図を描いて説明しなさい)

1) 両振り荷重：

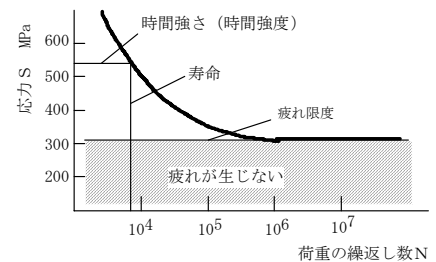
右図に示すように、荷重は0(ゼロ)を挟んで、プラス→マイナス→プラスと周期的に変化する荷重のことである。



2) 疲れ：繰返し荷重や変動荷重を受ける部材においての最大応力は降伏点或いは引張強度よりかなり低くても時間が

経つと破損が生じる場合があり、その破損を疲労または疲れと言う。

3) S-N曲線：負荷(応力)最大値と破損時の負荷繰返し数との関係を表す曲線である。通常横軸(繰返し数)は対数軸を取り、縦軸(応力)は線形軸を取る。



4) ねじの有効直径：

ねじ山の幅とねじ溝の幅と等しくなる場所の直径

5) 強度：破損が起こらない“力学的”限界。

6) 降伏：ひずみ-応力線図において、永久変形が生じ、荷重をゼロにしても、原点に戻れなくなることを降伏と言う。

7) 剛性：荷重を受けるときの変形のしにくさ。単位荷重あたりの変位で表せる。

8) 安全率：材質の不均一性や表面の状況、基準の強さを求めるときの実験の精度など様々な不確定な要素、および、部材の実応力の計算時、荷重の変動や形状の複雑さなどの把握できない要素などを考慮して、基準の強さ  $\sigma_{lim}$  を1より大きい値で割って強度設計に用いる許容応力求めることが必要である。その“1より大きい値”は安全率という。

2. M10のメートルねじを締め付ける場合、負荷  $F$  は 1000N、摩擦係数  $\mu$  は 0.1 であるとき、必要な締め付け力  $P$  と締め付けトルク  $T$  を計算しなさい。なお、ねじは三角ねじ、ピッチ  $p=1.5\text{mm}$ 、有効直径  $d_2=9.026\text{mm}$ 、ねじの条数  $n=1$  で、ねじ山直角断面フランク角  $\alpha'$  は  $30^\circ$  である。

三角ねじの締め付け力  $P=F\tan(\rho' + \beta)$ ,

締め付けトルク  $T=d_2 * F\tan(\rho' + \beta)/2$

ただし、 $\rho' = \arctan(\mu/\cos \alpha')$ ,  $\tan \beta = np/(\pi d_2)$

以上の式から  $\rho' = 0.1/\cos 30 = 6.59^\circ$ ,  $\beta = 1 \times 1.5 / (3.14 \times 9.026) = 3.03^\circ$ ,

$P = 1000 \times \tan(6.59 + 3.03) = 169.4 \text{ (N)}$ ,  $T = P \times d_2 / 2 = 169.4 \times 0.009026 / 2 = 0.765 \text{ (Nm)}$

3. 標準化・規格化の必要性または目的を3つ以上あげなさい。

- ①経済性, 生産性の向上
- ②製品の汎用性, 互換性
- ③品質管理, 評価基準の統一

4. 両端に玉軸受で自由支持している直径  $d=20\text{mm}$  の中実軸に圧縮荷重  $P=5000\text{N}$  を受ける。軸受間の距離  $l$  は  $500\text{mm}$ , 軸の材料の降伏応力  $\sigma_y$  は  $200\text{MPa}$  である。安全率  $S_F$  を  $2.0$  として, 軸の強度は足りるかをチェックしなさい。仮に, 強度が足りない場合の対策を二つ以上挙げなさい。なお, 圧縮負荷受ける場合の座屈効果の係数  $\eta$ は

$$\eta = \frac{1}{1 - 0.004\{l/(k\sqrt{s})\}}$$

で求められ,  $l$  は軸受間距離,  $k$  は軸の断面2次

半径 (中実軸の場合  $k=d/4$ ),  $s$  は軸の末端係数 (自由支持の場合  $s=1$ )

$$\eta = \frac{1}{1 - 0.004\{l/(k\sqrt{s})\}} = \frac{1}{1 - 0.004\{500/(\frac{20}{4}\sqrt{1})\}} = 1.667$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_y}{S_F} = \frac{200}{2.0} = 100\text{MPa}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{4\eta P}{\pi d^2} = \frac{4 \times 1.667 \times 5000}{3.14 \times 0.02^2} = 26.5 \times 10^6 \text{ (Pa)} = 26.5\text{MPa}$$

$\sigma_{\max} < \sigma_a$  となっているので, 軸の強度は足りる。

仮に, 強度が足りない場合の対策として: ①軸の直径を大きくする, ②軸の材料や熱処理を変え降伏応力を高める, ③中空軸にして重量を増やさずに剛性を高める。④軸受けの種類を変え軸に支持剛性を高めて, 座屈効果の係数を下げるなどが考えられる。

5. インボリュート曲線の描き方を述べ, インボリュート関数を導きなさい。また, インボリュート曲線を歯車の歯形に用いた場合, その歯車の特徴を挙げなさい。

インボリュート曲線: 一つの円筒に巻き付けた糸を弛まないように引っ張りながら解き, 糸上の一点の軌跡はインボリュート曲線である。

インボリュート関数:  $\curvearrowright$

$$\angle SOP = \theta, \angle POQ = \phi, \overline{OS} = \overline{OQ} = r_b$$

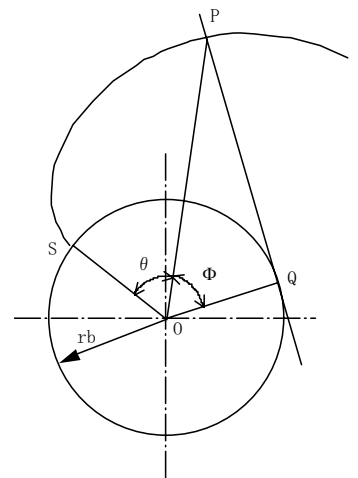
$$\overline{SQ} = r_b(\theta + \phi), \overline{PQ} = r_b \tan \phi$$

図より:  $\overline{SQ} = \overline{PQ}$   $\curvearrowright$

$$\therefore \tan \phi = \theta + \phi$$

$$\theta = \underline{\underline{\tan \phi - \phi = \text{inv } \phi}}$$

inv  $\phi$ をインボリュート関数と言う。  $\curvearrowright$



インボリュート歯車の特徴: ①中心距離が多少変わっても, 回転速度比が幾何学上常に一定である。  
②歯切り加工しやすく, 高い加工精度が得られる。