講義日程

講義ノートURL
http://www.osakac.ac.jp/labs/s-jeong/mechadesign1

第１回：　機械設計及び機械材料
第２回：　許容応力１（静荷重、繰返し荷重）
第３回：　許容応力２（衝撃荷重、応力への影響因子）
第４回：　安全率
第５回：　ねじの基礎
第６回：　ねじの締め付け力と締め付けトルク
第７回：　ねじの強度
第８回：　中間試験
第９回：　キー、スプライン及びセレーション
第１０回：軸の設計
第１１回：軸継手
第１２回：クラッチ
第１３回：リベット継手、溶接継手とその設計
第１４回：はめあい及び表面粗さ
第１５回：前期試験

講義目標

1. 各荷重におけるねじ部品の強さを理解する

2.2.5 ねじ部品の強度

1.　静的引張力を受けるおねじの強さ　すでに取り付けられている状態

$$\underbrace{P}_{\text{破断引張力}} = \underbrace{\sigma}_{\text{引張強さ}} \underbrace{A_e}_{\text{有効断面積}}$$

$$A_e = \frac{\pi}{4}\left(\frac{d_2 + d_3}{2}\right)^2$$

おねじの呼び径

$$d_3 = d - 1.227P_p$$ 又は

$$(d_2 + d_3)/2 = d - 0.9382P_p$$ ねじのピッチ

- 動的時又は簡易的な静的時、谷の面積を利用

おねじの谷の径 $d_1 = \sqrt{4P/\pi\sigma} = 1.13\sqrt{P/\sigma}$

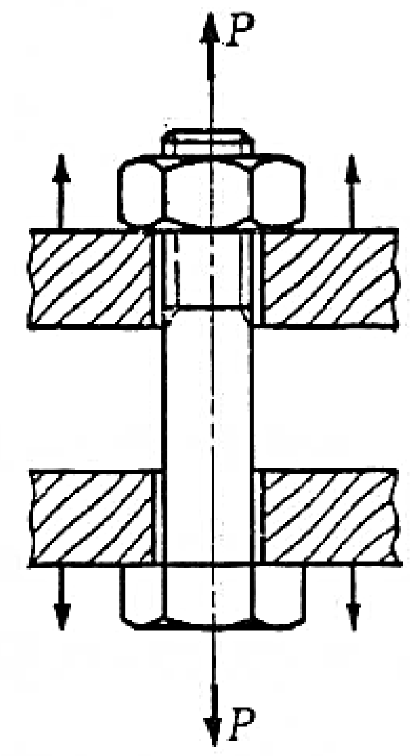

図 2・21　おねじの引張り

2.引張力又は圧縮力とねじりを受けるおねじの強さ

スパナ等で締付ける場合

ねじの谷径でのせん断応力

$$\tau = \frac{T}{\pi d_1^3/16} = \frac{4T}{d_1 A_1},$$

ねじの谷径

ねじの断面積

許容引張応力

$$\sigma = \frac{P}{A_e}$$

締付トルクTと軸方向の力Pとの関係

有効径

$$T = \frac{d_2}{2}\tan(\beta + \rho_1')P$$

$$\frac{\tau}{\sigma} = 2\frac{d_2}{d_1}\frac{A_e}{A_1}\tan(\beta + \rho_1')$$

- せん断ひずみエネルギ説によると、相当引張応力は、

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sigma\sqrt{1 + 3(\tau/\sigma)^2}$$

(1.27～1.42)σ

単純引張応力時の1．35倍

3.締付後さらに引張力を受けるおねじの強さ

外力を受ける場合

圧縮変位

$$\delta_A = \frac{P_0}{k_A}$$

初期締付力

被締付物の圧縮ばね定数

引張変位

$$\delta_B = \frac{P_0}{k_B}$$

初期締付力

ボルトの引張圧ばね定数

ボルトに外力Pが作用すると、

- ボルト

  引張変位：$(\delta_B+\delta)$

  引張力：P_1

- 被締付物

  縮み変位：$(\delta_A-\delta)$

  圧縮力：P_a

⇒ $P_1 = P + P_a$でつり合う

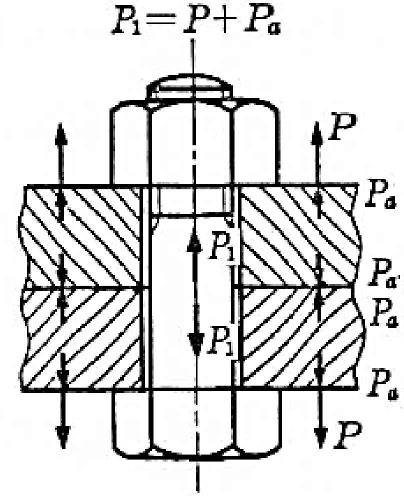

図 2・22　締付物に外力が加わったときの力の関係

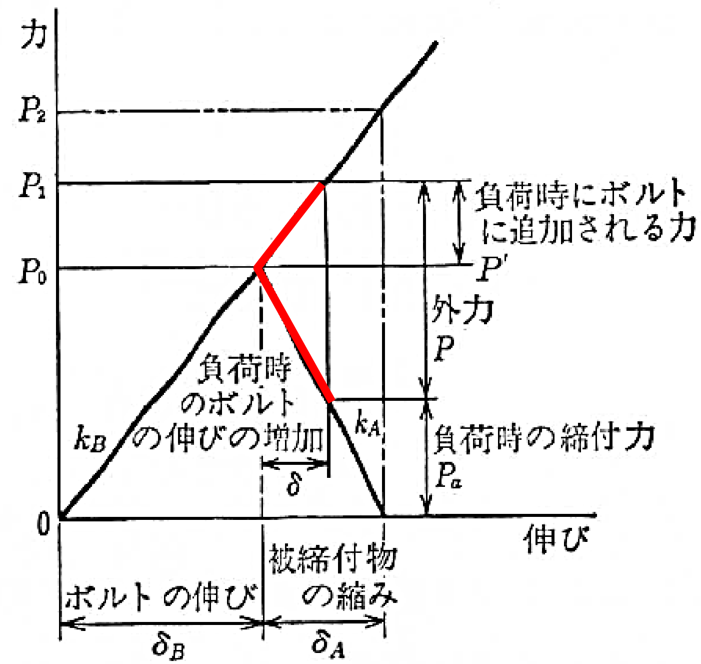

図 2・23　締付物に外力が加わったときの力－伸び線図

- 外力Pとボルトへの追加力P’との関係

$$P = \delta(k_A + k_B)$$

$$P' = \delta k_B$$

$$P' = \frac{k_B}{k_A + k_B} P = \underline{\Phi} P$$

ボルトの内力係数

$$P_1 = P_0 + \Phi P$$

ボルトに追加される力と外力との比

使用中には、P1が降伏点を超えないように注意

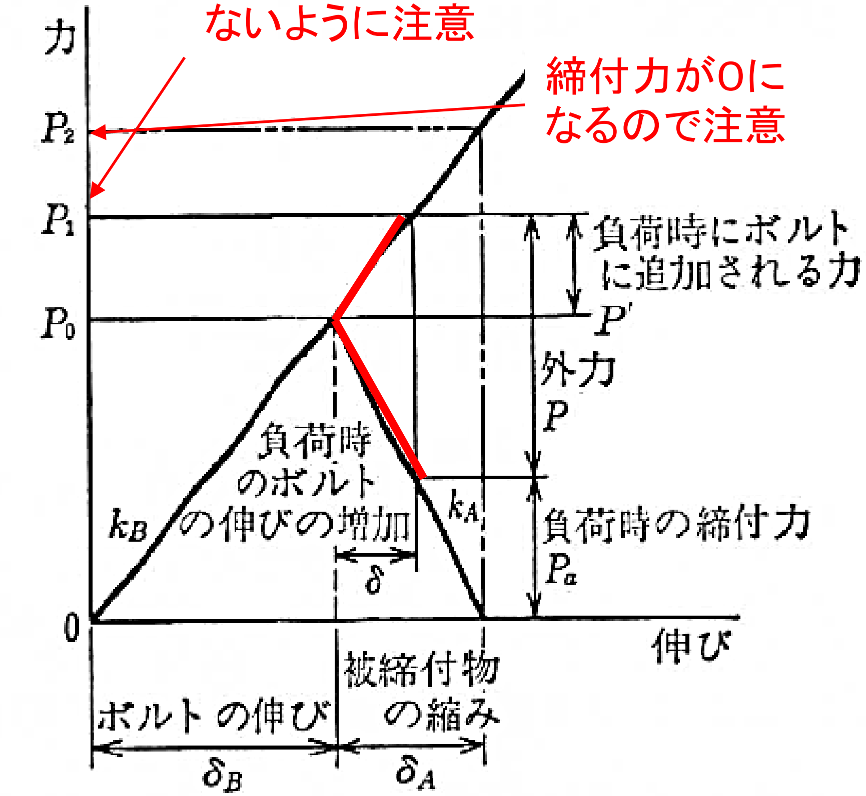

図 2・23　締付物に外力が加わったときの力－伸び線図

締付力の減少による不具合を防ぐために、

$$P_a = P_1 - P = P_0 + P' - P$$
$$= P_0 + P(\Phi - 1) \geq 0.2 P_0$$

$$\boxed{P_0 \geq 1.25(1 - \Phi) P}$$

必要締付力

- ばね係数の求め方

被締付物

縦弾性係数

相当断面積

$$k_A = \frac{E_A A_q}{l}$$

長さ

フリッシェ(Fritsche)の式

$$A_q = \frac{\pi}{4}\{(B + \frac{l}{10})^2 - d_0^2\}$$

剛

$$A_q = \frac{\pi}{4}\{(B + \frac{l}{8})^2 - d_0^2\}$$

じゅ鉄

ボルトの2面幅

ボルト穴の直径

ボルト

$$\frac{1}{k_B} = \frac{1}{E_B}(\frac{l_1}{A_1} + \frac{l_2}{A_2})$$

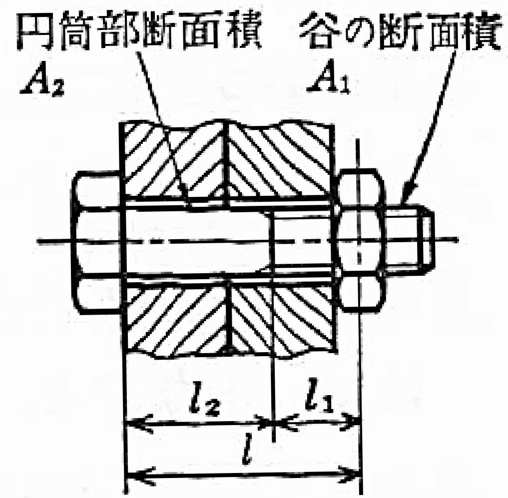

図 2・24 ボルトのばね定数

例題2.3

●鋼製の圧力容器カバー（E=260kN/mm^2）
● M8のボルト6本
●内圧2.54N/mm^2の時、ボルトに初期締付力の1/3以上の締付力が残るようにするためには、初期締付力はいくら以上にするべきか
●その時ボルトにかかっている力はいくらか。

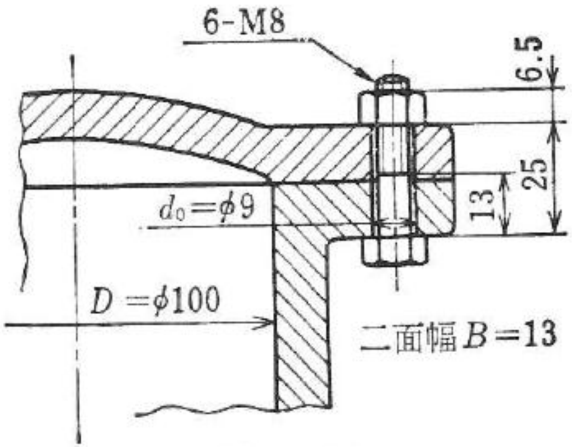

図 2・33

まず、ばね係数を求める

-フランジのばね係数(式2.19)

$$k_A=\frac{E_A A_q}{l}=\frac{2.1\times 10^4\times 125}{25}=1.05\times 10^5\,\mathrm{kgf/mm}\{1.03\times 10^6\,\mathrm{N/mm}\}$$

$$A_q=\frac{\pi}{4}\left\{\left(B+\frac{l}{10}\right)^2-d_0{}^2\right\}=\frac{\pi}{4}\left\{\left(13+\frac{25}{10}\right)^2-9^2\right\}=125\,\mathrm{mm}$$

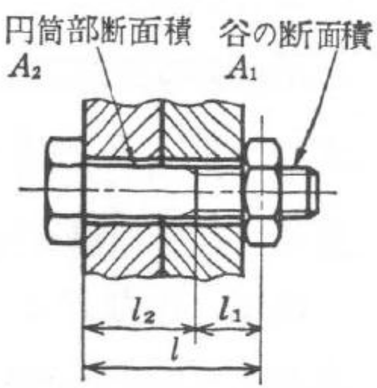

図 2・24　ボルトのばね定数

- ボルトのばね係数(式2.20)

$$\frac{1}{k_B}=\frac{1}{E_B}\left(\frac{l_1}{A_1}+\frac{l_2}{A_2}\right)=\frac{1}{2.1\times 10^4}\left(\frac{12+3.25}{(\pi/4)6.647^2}+\frac{13}{(\pi/4)8^2}\right)$$

$$=3.324\times 10^{-5}$$

$$k_B=3\times 10^4\,\mathrm{kgf/mm}\quad\{2.9\times 10^5\,\mathrm{N/mm}\}$$

したがって、内力係数は、

式（2・17）から　$\Phi=\dfrac{k_B}{k_A+k_B}=\dfrac{3}{10.5+3}\fallingdotseq 0.22$

式2.18から、

$$P_0+P(\Phi-1)\geqq P_0/3 \text{ より } P_0\geqq 1.5(1-\Phi)P$$

内圧により1本のボルトに加わる外力Pは、

$$P=\frac{\pi}{4}D^2p\times\frac{1}{n}=\frac{\pi\times10^2\times25}{4\times6}=327\,\text{kgf}\ \{3.2\,\text{kN}\}$$

朋締付力 P_0 は，

$$P_0\geqq 1.5(1-0.22)\times327=383\,\text{kgf}\ \{3.75\,\text{kN}\}$$

gf/cm^2 のときボルトにかかっている力 P_1 は，式（2・17）から，

$$P_1=P_0+\Phi P=383+0.22\times327=455\,\text{kgf}\ \{4.5\,\text{kN}\}$$