

104 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：四等考試

類 科：機械工程

科 目：機械設計概要

一、一個由碳鋼製成的機械元件，受到組合負載作用下在其臨界點產生的應力狀態為 $\sigma_x = 120 \text{ MPa}$ 、 $\sigma_y = 60 \text{ MPa}$ 及 $\tau_{xy} = 40 \text{ MPa}$ 。當安全係數 $FS=2$ 時，根據最大畸變能失效理論，求該元件不會失效的最小降伏強度(yield strength) S_y 。

【擬答】：

以最大畸變能失效理論之等效應力 S 為

$$S = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}$$
$$\sqrt{120^2 - 120 \times 60 + 60^2 + 3 \times 40^2}$$
$$= 124.9 \text{ MPa}$$
$$\frac{S_y}{2} = S = 124.9$$
$$\therefore S_y = 250 \text{ MPa}$$

二、由模數 $m=3\text{mm}$ 及壓力角 $\phi=20^\circ$ 的兩個正齒輪(spur gear)組成的齒輪組，兩齒輪的中心距離 $c=300\text{mm}$ ，且大齒輪與小齒輪的速度比為 $1/3$ 。試求：

(一)大齒輪與小齒輪的齒數。

(二)大齒輪與小齒輪的基圓半徑。

【擬答】：

設大齒輪齒數為 T ，小齒輪齒數為 t

$$\frac{1}{3} = \frac{t}{T} \quad \therefore T = 3t$$

(一) 1. 假設為外接傳動

$$300 = \frac{3(T+t)}{2} = \frac{3(3t+t)}{2} = 6t$$

$$\therefore t = 50 \text{ 齒} \quad T = 3t = 150 \text{ 齒}$$

2. 假設為內切傳動

$$300 = \frac{3(T-t)}{2} = \frac{3(3t-t)}{2} = 3t$$

$$t = 100 \text{ 齒}, \quad T = 3 \times 100 = 300 \text{ 齒}$$

(二) 1. 外接時：

$$\text{大齒輪基圓半徑} = \frac{1}{2}(3 \times 150) \times \cos 20^\circ = 211.4 \text{ mm}$$

$$\text{小齒輪基圓半徑} = \frac{1}{2}(3 \times 50) \times \cos 20^\circ = 70.5 \text{ mm}$$

2. 內切時：

$$\text{大齒輪基圓半徑} = \frac{1}{2}(3 \times 300) \times \cos 20^\circ = 422.9 \text{ mm}$$

$$\text{小齒輪基圓半徑} = \frac{1}{2}(3 \times 100) \times \cos 20^\circ = 141 \text{ mm}$$

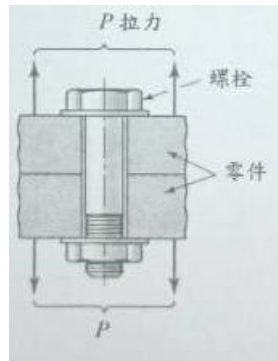
三、如下圖所示為承受拉力負載之螺栓接頭的剖面圖，螺栓規格為 $M14 \times 2$ ，ISO 粗螺紋，螺栓的預負荷為 $F_i = 33 \text{ kN}$ ，拉力負載 $P = 18 \text{ kN}$ 。已知該螺栓及接頭(或組件)的勁度(stiffness)分別為 $k_b = 0.79 \text{ MN/mm}$ 及 $k_j = 3.40 \text{ MN/mm}$ ；螺栓拉應力面積(tensile stress area) $A_t = 115 \text{ mm}^2$ 。

(一)求接頭勁度常數(stiffness constant) C 。

公職王歷屆試題 (104 地方政府特考)

(二)求作用於螺栓的總負荷 F_b 及拉應力大小 σ_b 。

(三)求螺栓達到指定預負荷下所需的扭矩 T (假設扭矩係數 $K=0.2$)。



【擬答】：

$$(一) \text{接頭勁度常數 } C = \frac{\text{接頭勁度}}{\text{螺栓勁度}} = \frac{3.4}{0.79} = 4.3$$

$$(二) F_b = \frac{K_b}{K_b + K_j} P + F_i = \frac{0.7}{0.79 + 3.4} \times 18 + 33 = 36.4(\text{KN})$$

$$\sigma = \frac{36.4 \times 10^3}{115} = 316.46(\text{MPa})$$

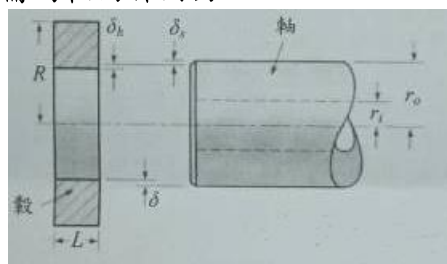
$$(三) \text{扭矩 } T = 0.2 \times 14 \times 10^{-3} \times 36.4 = 0.102(\text{KN} \cdot \text{m}) \\ = 102(\text{N} \cdot \text{m})$$

四、如下圖所示為一鋼軸擬以壓入配合置入鑄鐵殼中組合前的示意圖，該軸的內半徑 $r_i = 30\text{mm}$ 、外半徑 $r_o = 75\text{mm}$ 、楊氏係數 $E_s = 210\text{Gpa}$ 及包松比 $\nu_s = 0.3$ ，該鑄鐵殼的外半徑 $R = 150\text{mm}$ 、軸向厚度 $L = 25\text{mm}$ 、楊氏係數 $E_h = 100\text{Gpa}$ 及包松比 $\nu_h = 0.25$ 。當軸安裝於殼中，已知軸孔接觸面的接觸壓力 $p = 18\text{MPa}$ 及摩擦係數 $f = 0.15$ 。孔及軸徑向位移公式如下：

$$\text{孔徑向位移 } \delta_h = \frac{r_o p}{E_h} \left(\frac{r_o^2 + R^2}{R^2 - r_o^2} + \nu_h \right) ; \text{軸徑向位移} : \delta_s = -\frac{r_o p}{E_s} \left(\frac{r_i^2 + r_o^2}{r_o^2 - r_i^2} - \nu_s \right)。$$

(一)求該壓入配合的徑向干涉(radial interference) δ 。

(二)求該軸孔壓入配合安裝所需的軸向作用力 F 。



【擬答】：

$$(一) \text{孔徑向位移 } \delta_h = \frac{75 \times 18}{100 \times 10^3} \left[\frac{75^2 + 150^2}{150^2 - 75^2} + 0.25 \right] = 0.0258\text{mm}$$

$$\text{軸徑向位移 } \delta_s = \frac{-75 \times 18}{210 \times 10^3} \left[\frac{30^2 + 75^2}{75^2 - 30^2} - 0.3 \right] = -0.00695\text{mm}$$

$$\delta = \delta_s - \delta_h = -0.00695 - 0.0258 = -0.0327\text{mm} \text{ (負號代表干涉)}$$

徑向干涉量為 -0.0327mm

$$(二) \text{投影面積為 } 25 \times (2 \times 75) = 3750 \text{ mm}^2$$

$$\text{正向力為 } 18 \times 3750 = 67500(\text{N})$$

$$\text{摩擦力} = 67500 \times 0.15 = 10125(\text{N})$$

安裝所需軸向作用力 F 需大於摩擦力 $10125(\text{N})$