

101年特種考試地方政府公務人員考試試題

代號：43350

全一張
 (正面)

等 別：四等考試
 類 科：機械工程
 科 目：機械設計概要
 考試時間：1小時30分

座號：_____

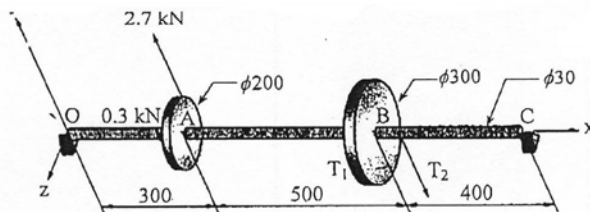
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、請回答下列問題：

- (一)何謂金屬成形製程的應變硬化 (Strain hardening) 現象？(5分)
- (二)應力集中現象產生的原因為何？在何種受力狀況下，應力集中現象與材料性質有關？請說明其原因。(10分)
- (三)為何延性 (Ductile) 金屬材料受到靜力負荷時，其應力集中現象可以忽略？(10分)

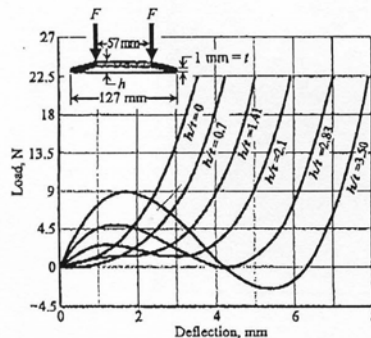
- 二、圖一所示為一等角速度旋轉的軸，其直徑為 30 mm，其上裝有兩個滑輪。左側滑輪之皮帶的緊側給予滑輪一 2.7 kN 之力，而皮帶的鬆側給予滑輪一 0.3 kN 之力。右側滑輪受馬達帶動，其中皮帶的緊側給予滑輪 T_2 之力，而皮帶鬆側給予滑輪 T_1 之力，兩者的關係為 $T_1 = 0.2T_2$ 。假設所有滑輪上的作用力均作用在 +y 與 -y 方向，軸的支撐均假設為簡支撐 (Simple support) 且無摩擦力作用，試求出 T_1 及 T_2 的大小。(15分) 試求該軸所受之最大彎曲應力為若干及其位置？(10分)



等角速度轉動的軸及滑輪 (尺寸單位為 mm)

圖一

- 三、圖二所示為一碟型彈簧，請依照該彈簧之力量與位移的關係圖，說明其特徵及可能的應用有那些？(15分)



圖二

(請接背面)

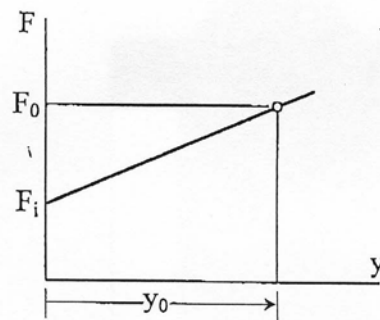
101年特種考試地方政府公務人員考試試題

代號：43350

全一張
(背面)

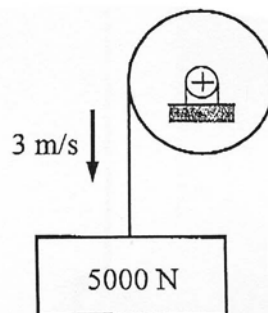
等 別：四等考試
類 科：機械工程
科 目：機械設計概要

四、圖三為一螺旋拉伸彈簧的力量與位移關係圖，圖中顯示該彈簧受一初始張力 (Initial tension) F_i ，請問預設該初始力的目的為何？在彈簧的製程中如何將此初始力預設在彈簧內？(10分)



圖三

五、圖四所示為一重量 5000 N 的物體，用一纜繩以等速度 3 m/s 從 400 mm 直徑的圓形鼓 (Drum) 降下，該鼓的重量為 1300 N，其迴轉半徑 (Radius of gyration) 為 180 mm。



圖四

申論題解答

一、

【擬答】參見鼎文出版之機械設計 5D85 第二章第 35~37 頁。

(一)應變硬化：

當延性金屬受到塑性變形時，因差排移動漸趨不易變得強硬之現象。有時也稱為加工硬化，或稱為冷加工。大部份金屬在室溫時都存在著應變硬化的現象。

(二) 1.應力集中發生原因：由於材料形狀之不連續(即形狀突變)受力後引起應力集中，局部有最大應力產生。如機械元件上之孔、鍵槽、栓槽、缺口、工具之切痕或意外之刮傷，常發生應力集中現象。

2.常利用應力集中因數(K)=最大應力/公稱應力，來描述材料受靜力狀況。K 之大小與受力之形式及種類有關，與材料形狀有關，與桿件尺寸無關。

(三)延性材料可藉塑性變形減低應力集中之嚴重性，故其應力集中現象可以忽略。

二、

【擬答】參見鼎文出版之機械設計 5D85 第五章。

(一) 1. A 處扭矩

$$\begin{aligned}T_A &= (2.7k - 0.3k) \times 100\text{mm} \\ &= 240\text{kN}\cdot\text{mm}\end{aligned}$$

$$2. (T_2 - T_1) \times \frac{300}{2} = T_A$$

$$\text{且依題意 } T_1 = 0.2T_2$$

$$\rightarrow (T_2 - 0.2T_2) \times 150 = 240$$

$$\rightarrow \begin{cases} T_2 = 2\text{kN} \text{ (緊邊張力)} \\ T_1 = 0.2T_2 = 0.4\text{kN} \text{ (鬆邊張力)} \end{cases}$$

(二) 1. $\sum M_O = 0$ ($\sim +$)，設 C 之垂直分力為 C_v

$$\rightarrow 3 \times 300 - 2.4 \times 800 + C_v \times 1200 = 0$$

$$\rightarrow C_v = 0.85\text{kN} \uparrow$$

2. $\sum F_v = 0$

$$O_v + 3 - 2.4 + 0.85 = 0$$

$$\rightarrow O_v = 1.45\text{kN} \downarrow$$

$$3. M_A = 1.45 \times 300 = 435\text{kN}\cdot\text{mm}$$

$$M_B = 0.85 \times 400 = 340\text{kN}\cdot\text{mm}$$

4. 最大拉應力 $\sigma_{t,\max}$

$$= (\sigma_t)_A = \frac{32 \times 435}{\pi \times 30^3}$$

$$= 0.164\text{kN}/\text{mm}^2$$

= 164MPa (發生在 A 處上方)

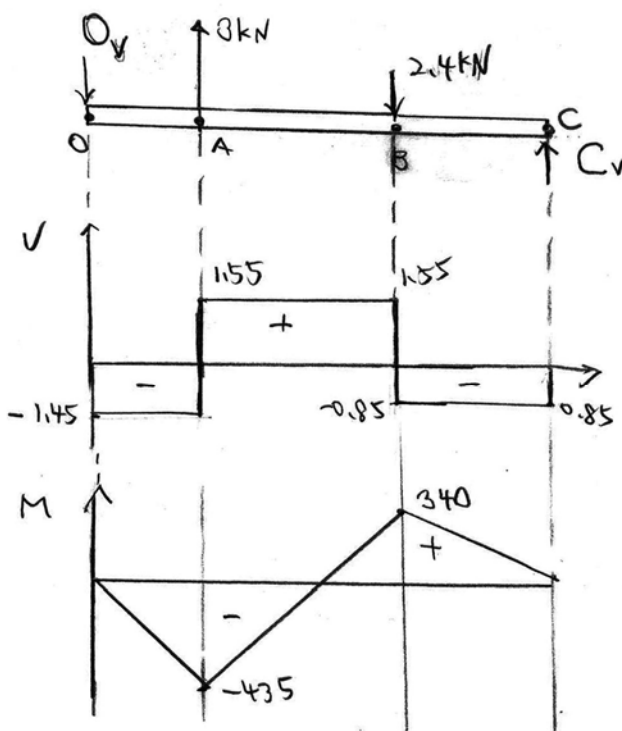
5. 最大壓應力 $\sigma_{c,max}$

$$= (\sigma_c)_A = \frac{-32 \times 435}{\pi \times 30^3}$$

$$= -0.164 \text{ kN/mm}^2$$

= -164MPa (發生在 A 處下方)

可得對應力之應力圖與彎矩圖：



三、

【擬答】參見鼎文出版之機械設計 5D85 第九章。

(一) 碟型彈簧又稱盤型彈簧，功能為

1. 可承受靜態或動態之負載。
2. 彈簧片之高度可依需求疊加或取下，不需特別處理。
3. 碟型彈簧變形位移小，可產生較大負荷，且所占空間甚小。
4. 碟型彈簧可並、串聯使用。
5. 碟型彈簧不超過全位移之 75% 與應力極限，將不會產生金屬下沉或疲勞現象。

(二) 應用：

主要是用於一般工具機主軸中提供拉刀力的元件。

四、

【擬答】參見鼎文出版之機械設計 5D85 第九章。

(一)該初始力之目的主要在使彈簧線圈能緊密結合，換言之，初張力等於拉開互相緊貼之簧圈所需之力，為彈簧捲製成形後所發生。

(二)製程中，拉伸彈簧在製作時，因簧線品質、線徑、彈簧指數、靜電、潤滑油脂、熱處理、電鍍等，使得每個拉伸彈簧初始拉力產生不平均的現象。所以安裝各規格之拉伸彈簧時，應預拉至各簧圈之間稍為分開一些間距所需之力稱為初張力。並常用以下公式來設計初張力 = $P - (k \times F1) = \text{最大負荷} - (\text{彈簧常數} \times \text{拉伸長度})$ 。

五、

【擬答】參見鼎文出版之機械設計 5D85 第十三章第 465 頁例題。

$$(一) \text{動能} = \frac{1}{2} mV^2 + \frac{1}{2} I\omega^2$$

$$1. \frac{1}{2} mV^2 = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{5000}{9.8} \right) (3)^2 \\ = 2295.92$$

$$2. \text{轉動慣量 } I = mr^2 = \frac{W}{g} r^2 \\ = \frac{1300}{9.8} \times (180 \times 10^{-3} \text{m})^2 \\ = 4.30$$

$$\omega = \frac{V}{R} = \frac{3\text{m/s}}{\frac{400}{2} \times 10^{-3} \text{m}} = 15 \text{rad/s}$$

$$\frac{1}{2} I\omega^2 = \frac{1}{2} \times 4.30 \times 15^2 = 483.75$$

$$\text{故動能} = \frac{1}{2} mV^2 + \frac{1}{2} I\omega^2 \\ = 2295.92 + 483.75 \\ = 2779.67\text{J}$$

$$(二) \text{運動方程式法：} a = \frac{3}{0.2} = 15 \text{m/s}^2$$

$$\Rightarrow \text{且 } a = r\alpha, \alpha = \frac{a}{r} = \frac{15}{0.2} = 75 \text{rad/s}^2$$

$$T = I\alpha + mar \\ = 4.30 \times 75 + \frac{5000}{9.8} \times 15 \times 0.2 \\ = 322.5 + 1530.612$$

$$= 1853\text{N}\cdot\text{m}$$

另：能量法

剎車功 = 動能損失

$$\rightarrow T \cdot \Delta \theta = \text{動能}$$

$$\rightarrow T = \frac{\text{動能}}{\Delta \theta} = \frac{2779.67}{\bar{\omega} \Delta t} = \frac{2779.67}{7.5 \times 0.2} = 1853\text{N}\cdot\text{m}$$

$$\text{其中 } \bar{\omega} = \frac{\bar{V}}{R} = \frac{\frac{1}{2} \times 3\text{m/s}}{\frac{400}{2} \times 10^{-3}\text{m}} = 7.5\text{rad/s}$$