

## 《材料力学》模拟卷 1 答案

1、解：1)

杆件各段的轴力分别为：

$$N_{AC}=20\text{kN} \text{ (拉)} \quad (2 \text{ 分})$$

$$N_{CD}=30\text{kN} \text{ (压)} \quad (2 \text{ 分})$$

轴力图如右

(6分)

2) 各段正应力分别为：

$$\sigma_{AB} = \frac{N_{AB}}{A_{AB}} = \frac{20 \times 10}{500}$$

(4分)

$$\sigma_{BC} = \frac{N_{BC}}{A_{BC}} = \frac{20 \times 10^3}{200} = 100\text{MPa} \quad (4 \text{ 分})$$

$$\sigma_{CD} = \frac{N_{CD}}{A_{CD}} = -\frac{30 \times 10^3}{200} = -150\text{MPa} \quad (4 \text{ 分})$$

3) 杆件的总变形为：

$$\begin{aligned} \Delta l_{AD} &= \frac{N_{AB}l_{AB}}{EA_{AB}} + \frac{N_{BC}l_{BC}}{EA_{BC}} + \frac{N_{CD}l_{CD}}{EA_{CD}} \\ &= \frac{20 \times 10^3 \times 500}{200 \times 10^3 \times 500} + \frac{20 \times 10^3 \times 500}{200 \times 10^3 \times 200} + \frac{-30 \times 10^3 \times 500}{200 \times 10^3 \times 200} \quad (8 \text{ 分}) \\ &= 0.10 + 0.25 - 0.375 \\ &= -0.025\text{mm} \end{aligned}$$

2、解：(1) 求支反力

$$R_A=15\text{kN} \text{ (向上)}$$

$$R_B=15\text{kN} \text{ (向上)} \quad (4 \text{ 分})$$

(2) 作内力图

如右图：

V 图 (9分)

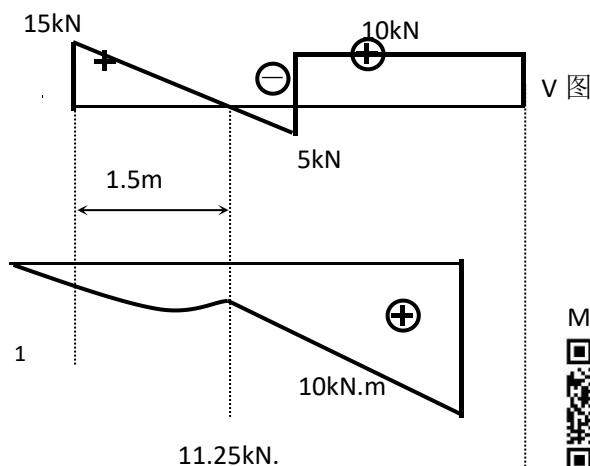
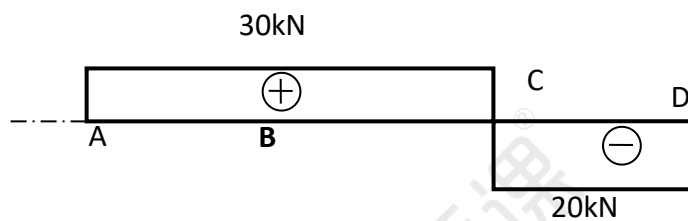
M 图 (9分)

(3)

$$|M|_{\max} = 30\text{kN}\cdot\text{m} \quad (3 \text{ 分})$$

$$|V|_{\max} = 15\text{kN}$$

扫码关注【拜课网】公众号 开始学习



M 图



3、解：1) 作弯矩图 (8分)

2) 由弯矩图可知，危险截面为 C、B

$$M_C = M_{\max}^+ = 26\text{kN}\cdot\text{m} \quad M_B = M_{\max}^- = 48\text{kN}\cdot\text{m} \quad (2\text{分})$$

2) C 截面校核 (上压下拉)

$$\begin{aligned} \sigma_{c,\max} &= \frac{M_C \cdot y_2}{I_Z} = \frac{26 \times 10^6 \times 96.4}{1017 \times 10^5} \quad (4\text{分}) \\ &= 24.64\text{MPa} < [\sigma_c] \end{aligned}$$

$$\sigma_{t,\max} = \frac{M_C \cdot y_1}{I_Z} = \frac{26 \times 10^6 \times 153.6}{1017 \times 10^5} = 39.27\text{MPa} < [\sigma_t] \quad (4\text{分})$$

2) B 截面校核 (下压上拉)

$$\sigma_{c,\max} = \frac{M_B \cdot y_1}{I_Z} = \frac{48 \times 10^6 \times 153.6}{1017 \times 10^5} = 72.50\text{MPa} < [\sigma_c] \quad (4\text{分})$$

$$\sigma_{t,\max} = \frac{M_B \cdot y_2}{I_Z} = \frac{48 \times 10^6 \times 96.4}{1017 \times 10^5} = 45.50\text{MPa} > [\sigma_t] \quad (4\text{分})$$

综上，梁的强度不满足要求 (2分)

4、解：

(1) 构件的内力方程

轴力方程：

$$N(x) = P_1 = 10\text{kN} \quad (0 \leq x \leq 0.5) \quad (3\text{分})$$

扭矩方程：

$$T(x) = m = 0.9\text{kN}\cdot\text{m} \quad (0 \leq x \leq 0.5) \quad (3\text{分})$$

弯矩方程

$$M(x) = -P_2(0.5 - x) = 0.8(x - 0.5)\text{kN}\cdot\text{m} \quad (0 \leq x \leq 0.5) \quad (3\text{分})$$

(2) 从内力方程可知：危险截面为 A 截面，危险点为上边缘点。 (2分)

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_A}{W_z} = \frac{4 \times P_1}{\pi \times d^2} + \frac{P_2 \times 0.5 \times 32}{\pi \times d^3} = \frac{4 \times 10 \times 10^3}{\pi \times 40^2} + \frac{0.8 \times 0.5 \times 10^6 \times 32}{\pi \times 40^3} = 71.66\text{MPa}$$

(10分)

$$\tau = \frac{T_A}{W_P} = \frac{m \times 16}{\pi \times d^3} = \frac{0.9 \times 10^6 \times 16}{\pi \times 40^3} = 71.66\text{MPa} \quad (6\text{分})$$



$$\sigma_{r3} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{71.66^2 + 4 \times 71.66^2} = 1160.24 \text{MPa} < 1.05[\sigma] \quad (6 \text{分})$$

故构件满足第三强度条件。 (2分)

5、解：1) 分析两杆内力

以节点 B 为对象，求得

$$N_{AB} = 2P \quad (\text{拉}) \quad N_{BC} = \sqrt{3}P \quad (\text{压}) \quad (5 \text{分})$$

2) 校核 AB 杆的强度

AB 杆为拉杆，其轴向正应力

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{2P}{\frac{\pi}{4}d^2} = \frac{8P}{\pi d^2} \leq [\sigma] = 120 \text{MPa} \quad (6 \text{分})$$

所以  $P \leq \frac{120 \times \pi d^2}{8} = \frac{120 \times \pi \times 40^2}{8} = 75.4 \text{kN} \quad (2 \text{分})$

3) 校核 BC 杆的稳定性

BC 杆为压杆，应保证不失稳，所以做失稳计算

柔度：  $\lambda = \frac{ul}{i} = \frac{4ul}{d} = \frac{4 \times 1 \times 1000}{40} = 100 > 90$  所以，杆 BC 为大柔度杆 (5分)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \cdot A = \frac{\pi^3 \times 200 \times 10^3 \times 40^2}{4 \times 100^2} = 247.7 \text{kN} \quad (6 \text{分})$$

$$[P_{cr}] = \frac{P_{cr}}{n_{st}} = \frac{247.7}{2} = \sqrt{3}[P] \quad (2 \text{分})$$

$$[P] = \frac{247.7}{2\sqrt{3}} = 71.5 \text{kN} \quad (2 \text{分})$$

所以，结构的许可荷载  $[P] = 71.5 \text{kN} \quad (2 \text{分})$



## 《材料力学》模拟卷 2 答案

1、解：由题意可知：

AB 段： $T_1=4M_e$  (3 分)

BC 段： $T_2=M_e$  (3 分)

(1) 由 AB 段的强度条件：

$$\tau_{1, \max} = \frac{T_1}{W_{t1}} = \frac{4M_e}{\frac{\pi d_1^3}{16}} = \frac{4M_e \times 16}{\pi \times 30^3} \leq [\tau] = 60$$

$$M_e \leq 79.5 \text{ N.m}$$

由刚度条件：

$$\varphi_{\max} = \frac{T_1}{GI_{P1}} \times \frac{180}{\pi} = \frac{4M_e \times 32 \times 180 \times 1000}{80 \times 10^3 \times \pi^2 \times 30^4} \leq [\varphi] = 1^\circ/\text{m} \quad M_e \leq 27.7 \text{ N.m}$$

由 BC 段的强度条件

$$\tau_{2, \max} = \frac{T_2}{W_{t2}} = \frac{M_e}{\frac{\pi d_2^3}{16}} = \frac{M_e \times 16}{\pi \times 20^3} \leq [\tau] = 60 \quad M_e \leq 94.2 \text{ N.m}$$

$$\varphi_{\max} = \frac{T_2}{GI_{P2}} \times \frac{180}{\pi} = \frac{M_e \times 32 \times 180 \times 1000}{80 \times 10^3 \times \pi^2 \times 20^4} \leq [\varphi] = 1^\circ/\text{m} \quad M_e \leq 21.9 \text{ N.m}$$

所以结构的许可外力偶矩[m] = 21.9 N.m

( 2 )

$$\varphi_{AC} = \frac{T_1 l_1}{GI_{P1}} + \frac{T_2 l_2}{GI_{P2}} = \frac{4 \times 21.9 \times 10^3 \times 10}{80 \times 10^3 \times \pi \times 30^4}$$

$$= 0.014 + 0.017 = 0.031$$

2、解：1) 求支反力

$$R_C = 4 \text{ kN}$$

$$R_B = 8 \text{ kN} \quad (5 \text{ 分})$$

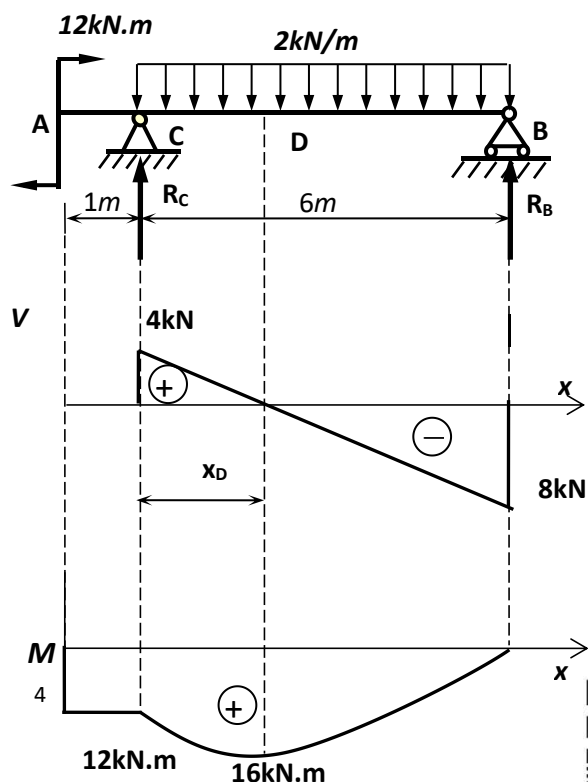
2) 作 V 图 (8 分)

按外载走向从左向右

$$x_D = 2 \text{ m}$$

3) 作 M 图 (8 分)

扫码关注【拜课网】公众号 开始学习



4)  $|V|_{\max} = 8\text{kN}$

$|M|_{\max} = 16\text{kN}\cdot\text{m}$  (4分)

3、解：(1) 横截面的几何数据

$$y_1 = \frac{20 \times 80 \times 10 + 120 \times 20 \times (60 + 20)}{20 \times 80 + 20 \times 120} = 52\text{mm} \quad (3分)$$

$$y_0 = 140 - 52 = 88\text{mm} \quad (2分)$$

$$I_z = \frac{80 \times 20^3}{12} + 80 \times 20 \times (52 - 10)^2 + \frac{20 \times 120^3}{12} + 20 \times 120 \times (88 - 60)^2 = 764 \times 10^4 \text{mm}^4$$

(5分)

(2) 作梁的弯矩图如上图示，由图可知，B截面的弯矩分别为：

$$M_B = M_{\max}^- = 5\text{kN}\cdot\text{m} \quad (6分)$$

(3) 正应力强度校核

$$\sigma_{t,\max,B} = \frac{M_B y_1}{I_z} = \frac{5 \times 10^6 \times 52}{764 \times 10^4} = 34.03\text{MPa} < [\sigma_t] \quad (6分)$$

$$\sigma_{c,\max,B} = \frac{M_B y_0}{I_z} = \frac{5 \times 10^6 \times 88}{764 \times 10^4} = 57.59\text{MPa} < [\sigma_c] \quad (6分)$$

综上，梁的正应力强度条件满足。 (2分)

4、解：(1) 构件的内力方程

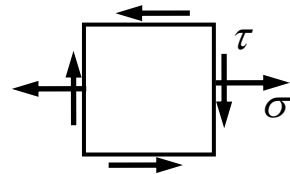
轴力方程：

$$N(x) = P = 60\text{kN} \quad (0 \leq x \leq 0.5) \quad (4分)$$

扭矩方程：  $T(x) = m = 1.6\text{kN}\cdot\text{m} \quad (0 \leq x \leq 0.5) \quad (4分)$

(2) 从内力方程可知：危险点为构件的外边缘，单元体应力状态为： (3分)

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{4 \times P}{\pi \times d^2} = \frac{4 \times 60 \times 10^3}{\pi \times 50^2} = 30.57\text{MPa} \quad (5分)$$



分)

$$\tau = \frac{T}{W_p} = \frac{m \times 16}{\pi \times d^3} = \frac{1.6 \times 10^6 \times 16}{\pi \times 50^3} = 65.22\text{MPa} \quad (6分)$$



(3) 强度校核

$$\sigma_{r3} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{30.57^2 + 4 \times 65.22^2} = 133.97 \text{MPa} < 1[\sigma] \quad (6 \text{分})$$

故构件满足第三强度条件。 (2分)

5、解：由节点 A 的平衡条件可得：

$$N_{AB} = -0.6P \text{ (压)}$$

$$N_{AC} = -0.8P \text{ (压)} \quad (6 \text{分})$$

材料的判别柔度

AB 杆：

$$\lambda_{AB} = \frac{\mu l_{AB}}{i_{AB}} = \frac{1 \times 3.6 \times 10^3 \sin 53^\circ}{90/4} = 128 > \lambda_p$$

属细长杆。 (5分)

$$(N_{cr})_{AB} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^3 \times \frac{1}{64} \times \pi \times 90^4 \times 10^{-3}}{(1 \times 3.6 \times \sin 53^\circ)^2 \times 10^6} = 765.3 \text{kN} \quad (5 \text{分})$$

要使 AB 杆不失稳， $0.6P \leq \frac{(N_{cr})_{AB}}{n_{st}} = \frac{765.3}{4}$  所以  $P \leq 318.9 \text{kN}$  (3分)

AC 杆：

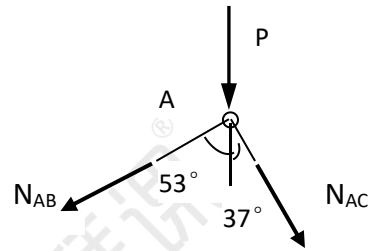
$$\lambda_{AC} = \frac{\mu l_{AC}}{i_{AC}} = \frac{1 \times 3.6 \times 10^3 \times \sin 37^\circ}{90/4} = 96 \quad (5 \text{分})$$

故  $\lambda_s < \lambda_{AC} < \lambda_p$  AC 杆属中长杆，可用直线经验公式计算其临界力。 (2分)

$$(N_{cr})_{AC} = (304 - 1.12\lambda)A = (304 - 1.12 \times 96) \times \frac{\pi \times 90^2}{4} = 1249.3 \text{kN} \quad (5 \text{分})$$

要使 AC 杆不失稳， $0.8P \leq \frac{(N_{cr})_{AC}}{4} = \frac{1249.3}{4}$  所以  $P \leq 390.4 \text{kN}$  (2分)

综上，结构许可荷载为  $[P] = 318.9 \text{kN}$ 。 (2分)



## 《材料力学》模拟卷3答案

1、(30分) 解：对节点进行受力分析：

$$N_1 + N_2 \cos \theta = 0 \quad P + N_2 \sin \theta = 0$$

$$N_2 = -\frac{P}{\sin \theta} \quad N_1 = \frac{P}{\tan \theta} \quad (6 \text{分})$$

(1) 两杆应力相等时  $\frac{N_1}{A_1} = \frac{P}{A_1 \tan \theta} = \frac{N_2}{A_2} = \frac{P}{A_2 \sin \theta}$

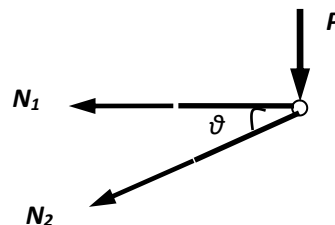
(6分)

得  $\theta = \arccos \frac{2}{3} = 48.2^\circ$  (2分)

(2)  $\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{20 \times 10^3}{200 \times \tan 45^\circ} = 100 \text{MPa} < [\sigma]$  (7分)

$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{20 \times 10^3 \times 2}{200 \times 3 \times \sin 45^\circ} = 94.3 \text{MPa} < [\sigma]$  (7分)

结构的强度满足。 (2分)



2、解：(1) 杆件内力：

AB段：  $T_1 = M_{e1} - M_{e2}$  (3分)

BC段：  $T_2 = -M_{e2}$  (3分)

(2) 由题意知

$$\varphi_{AC} = \frac{T_1 l_1}{GI_{P1}} + \frac{T_2 l_2}{GI_{P2}} = \frac{(M_{e1} - M_{e2}) \times 1 \times 10^3 \times 32}{80 \times 10^3 \times \pi \times 100^4} + \frac{-M_{e2} \times 1 \times 10^3 \times 32}{80 \times 10^3 \times \pi \times 50^4} = 0 \quad (6 \text{分})$$

得：  $M_{e1} = 17M_{e2} = 17 \text{kN} \cdot \text{m}$  (2分)

(3) AB段的最大切应力：

$$\tau_{1, \max} = \frac{T_1}{W_{t1}} = \frac{M_{e1} - M_{e2}}{\frac{\pi d_1^3}{16}} = \frac{16 \times 10^6 \times 16}{\pi \times 100^3} = 81.53 \text{MPa} \quad (4 \text{分})$$

BC段的最大切应力

$$\tau_{2, \max} = \frac{|T_2|}{W_{t2}} = \frac{M_{e2}}{\frac{\pi d_2^3}{16}} = \frac{1 \times 10^6 \times 16}{\pi \times 50^3} = 40.76 \text{MPa} \quad (4 \text{分})$$

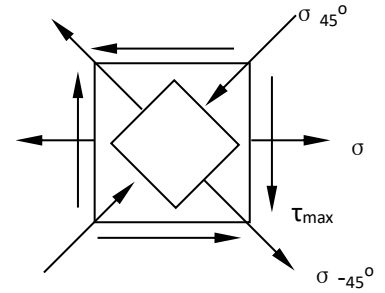


所以结构的最大切应力  $\tau_{\max} = 81.53 \text{MPa}$  (2分)

(4) a 点为纯剪切应力状态 (2分)

$$\sigma_{45^\circ} = -\tau_{\max} = -81.53 \text{MPa} \quad \sigma_{-45^\circ} = \tau_{\max} = 81.53 \text{MPa} \quad (4 \text{分})$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{45^\circ} &= \frac{1}{E} (\sigma_{45^\circ} - \nu \sigma_{-45^\circ}) = -\frac{1+\nu}{E} \cdot \tau_{\max} \\ &= -\frac{1+0.25}{200 \times 10^3} \times 81.53 = -5.10 \times 10^{-4} \end{aligned} \quad (5 \text{分})$$



3、解：(1) 截面惯性矩

$$I_z = \frac{bh^3}{12} = \frac{120 \times 150^3}{12} = 3.375 \times 10^7 \text{mm}^4 \quad (4 \text{分})$$

(2) 由胶合缝的切应力强度条件

$$\tau = \frac{VS_z^*}{I_z b} = \frac{P \times 10^3 \times 50 \times 120 \times 50}{3.375 \times 10^7 \times 120} \leq [\tau] = 0.5 \quad \text{得 } P \leq 6.75 \text{kN} \quad (8 \text{分})$$

(3) 当  $P=5 \text{kN}$  时

$$M_{\max} = 10 \text{kN}\cdot\text{m} \quad |V_{\max}| = 5 \text{kN} \quad (4 \text{分})$$

$$\text{最大正应力: } \sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} = \frac{10 \times 10^6 \times 6}{120 \times 150^2} = 22.2 \text{MPa} \quad (6 \text{分})$$

$$\text{最大切应力: } \tau_{\max} = \frac{3 |V_{\max}|}{2 A} = \frac{3 \times 5 \times 10^3}{2 \times 120 \times 150} = 0.42 \text{MPa} \quad (6 \text{分})$$

4、解：1) 求支反力

$$R_A = 2qa$$

$$R_C = 3qa \quad (4 \text{分})$$

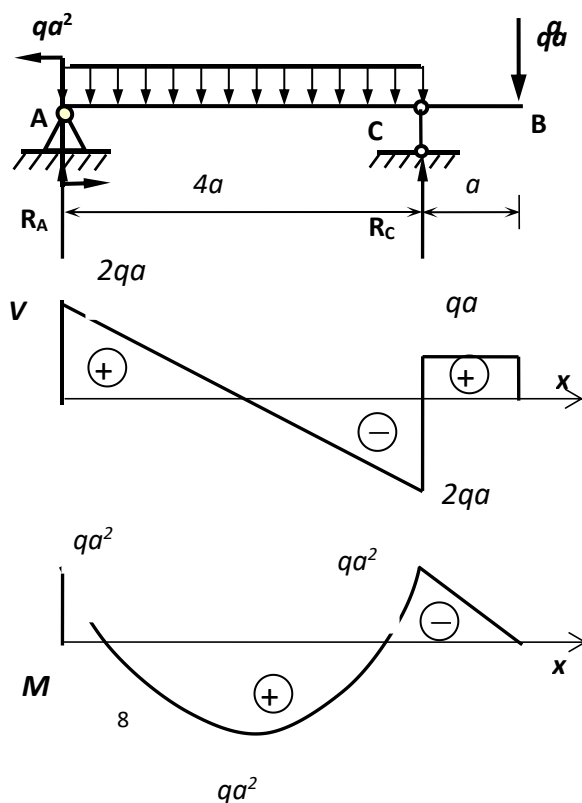
2) 作 V 图 (8分)

按外载走向从左向右

3) 作 M 图 (9分)

$$4) |V|_{\max} = 2qa$$

$$|M|_{\max} = qa^2 \quad (4 \text{分})$$





5、解：（1）用叠加法求  $f_C$

$$\text{刚化 AB 段} \quad f_{C1} = \frac{Pa^3}{3EI} \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{刚化 BC 段:} \quad \phi_B = \frac{Pa \times 2a}{GI_p} = \frac{2Pa^2}{GI_p} \quad (4 \text{ 分})$$

$$f_B = \frac{P(2a)^3}{3EI} \quad (4 \text{ 分})$$

$$f_C = f_{C1} + f_B + \phi_B \times a$$

$$\begin{aligned} &= \frac{3pa^3}{EI} + \frac{2a^3p}{GI_p} = \frac{3 \times 1000 \times 0.4^3}{200 \times 10^9 \times \frac{\pi}{64} \times 0.04^4} + \frac{2 \times 1000 \times 0.4^3}{80 \times 10^9 \times \frac{\pi}{32} \times 0.04^4} \quad (4 \text{ 分}) \\ &= 0.014m \end{aligned}$$

（2）该杆的危险截面在 A 点，为弯扭组合变形

$$M_A = 2pa \quad T_A = pa \quad (4 \text{ 分})$$

$$\begin{aligned} \therefore \sigma_{r3} &= \frac{\sqrt{M_A^2 + T_A^2}}{W_z} = \frac{\sqrt{(2pa)^2 + (pa)^2}}{\frac{\pi d^3}{32}} = \frac{32\sqrt{5}pa}{\pi d^3} = \frac{32 \times \sqrt{5} \times 1000 \times 0.4}{\pi \times (0.04)^3} \quad (8 \text{ 分}) \\ &= 142.4MPa < [\sigma] \end{aligned}$$

所以，该杆满足第三强度条件。 （2 分）



## 《材料力学》模拟卷 4 答案

1、解：(1) 用截面法求出 1-1、2-2 截面的轴力；

$$N_1 = F_1 \quad N_2 = F_1 + F_2 \quad (6 \text{ 分})$$

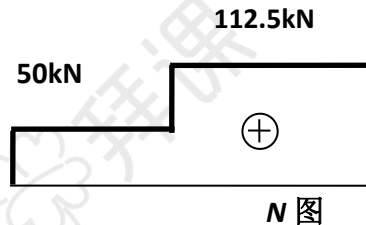
(2) 求 1-1、2-2 截面的正应力，利用正应力相同；

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{50 \times 10^3}{\frac{1}{4} \times \pi \times 20^2} = 159.2 \text{ MPa} \quad (6 \text{ 分})$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{50 \times 10^3 + F_2}{\frac{1}{4} \times \pi \times 30^2} = \sigma_1 = 159.2 \text{ MPa} \quad (6 \text{ 分})$$

$$\therefore F_2 = 62.5 \text{ kN} \quad (2 \text{ 分})$$

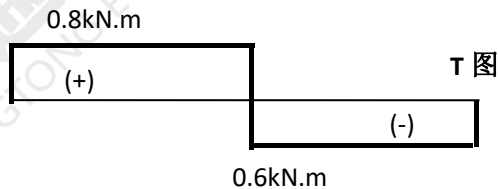
(3) 轴力图为：(4 分)



$$(4) \Delta_c = \Delta l_{AC} = \frac{N_1 l_1}{EA_1} + \frac{N_2 l_2}{EA_2} = \frac{159.2 \times (500 + 500)}{100 \times 10^3} = 1.592 \text{ mm} \quad (6 \text{ 分})$$

2、解：(1) 画扭矩图 (6 分)

(2) 强度校核



$$\tau_{AB, \max} = \frac{T_{AB}}{W_{t1}} = \frac{T_{AB}}{\frac{\pi d_1^3}{16}} = \frac{0.8 \times 10^6 \times 16}{\pi \times 70^3} = 11.88 \text{ MPa} < [\tau] \quad (5 \text{ 分})$$

$$\tau_{BC, \max} = \frac{T_{BC}}{W_{t2}} = \frac{T_{AB}}{\frac{\pi d_2^3}{16}} = \frac{0.6 \times 10^6 \times 16}{\pi \times 40^3} = 47.77 \text{ MPa} < [\tau] \quad (5 \text{ 分})$$

满足强度要求 (2 分)

(2) 刚度校核

$$\varphi_{AC} = \frac{T_{AB}}{GI_{p1}} \times \frac{180^\circ}{\pi} = \frac{0.8 \times 10^3 \times 180^\circ \times 32}{80 \times 10^9 \times \pi^2 \times 0.07^4} = 0.25^\circ / m < [\varphi] \quad (5 \text{ 分})$$



$$\varphi_{BC} = \frac{T_{BC}}{GI_{p2}} \times \frac{180^\circ}{\pi} = \frac{0.6 \times 10^3 \times 180^\circ \times 32}{80 \times 10^9 \times \pi^2 \times 0.04^4} = 1.71^\circ / m > [\varphi] \quad (5 \text{ 分})$$

所以不满足刚度条件。 (2 分)

3、解：1) 作梁的内力图 (11 分)

2) 由弯矩图可知，危险截面为 C、B

$$M_C = M_{\max}^+ = 14.25 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_B = M_{\max}^- = 30 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (2 \text{ 分})$$

3) C 截面校核 (上压下拉)

$$\sigma_{c,\max} = \frac{M_C \cdot y_2}{I_Z} = \frac{14.25 \times 10^3 \times 72.5 \times 10^{-3}}{6013 \times 10^4 \times 10^{-12}}$$

$$\sigma_{t,\max} = \frac{M_C \cdot y_1}{I_Z} = \frac{14.25 \times 10^3 \times 157.5 \times 10^{-3}}{6013 \times 10^4 \times 10^{-12}}$$

(10 分)

4) A 截面校核 (下压上拉)

$$\sigma_{c,\max} = \frac{M_A \cdot y_1}{I_Z} = \frac{30 \times 10^3 \times 157.5 \times 10^{-3}}{6013 \times 10^4 \times 10^{-12}} = 78.58 \text{ MPa} < [\sigma_c]$$

$$\sigma_{t,\max} = \frac{M_A \cdot y_2}{I_Z} = \frac{30 \times 10^3 \times 72.5 \times 10^{-3}}{6013 \times 10^4 \times 10^{-12}} = 36.17 \text{ MPa} < [\sigma_t] \quad (10 \text{ 分})$$

综上，梁的强度满足要求 (2 分)

4、解：(1) 列内力方程：

$$N(x) = P_1 = 12 \text{ kN} \quad 0 \leq x \leq 1.2 \quad (2 \text{ 分})$$

分)

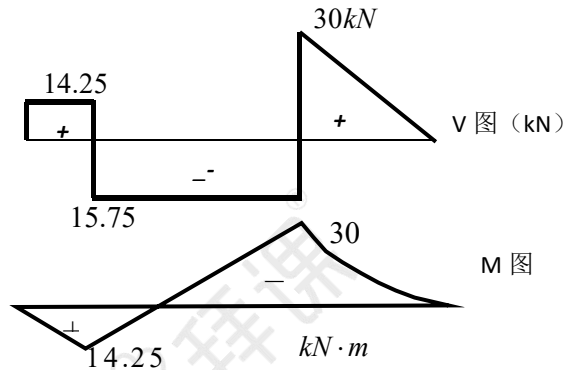
$$T(x) = 0 \quad 0.5 \leq x \leq 1.2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$T(x) = P_2 \times \frac{d}{2} = 0.8 \times 0.02 = 0.016 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad 0 \leq x \leq 0.5 \quad (3 \text{ 分})$$

$$M(x) = -P_1 \times \frac{d}{2} = -12 \times 0.02 = -0.24 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad 0 \leq x \leq 0.5 \quad (3 \text{ 分})$$

$$M(x) = -P_1 \times \frac{d}{2} - P_2 \times (0.5 - x) = -0.24 - 0.8 \times (0.5 - x) \quad 0 \leq x \leq 0.5$$

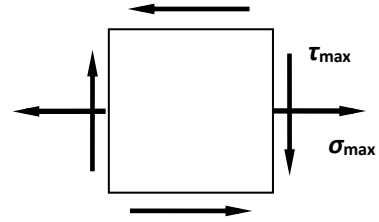
(3 分)



由内力方程可知，危险截面在固定端 A 截面处。危险点为 A 截面上边缘点。 (2 分)

危险点的应力状态如右图： (3 分)

$$\tau_{\max} = \frac{T_{\max}}{W_P} = \frac{0.016 \times 10^6}{\frac{\pi \times 40^3}{16}} = 1.27 \text{MPa} \quad (5 \text{分})$$



$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A} + \frac{M_{\max}}{W_z} = \frac{12 \times 10^3}{\pi \times 40^2} + \frac{0.64 \times 10^6}{\pi \times 40^3} = 111.5 \text{MPa}$$

(5 分)

$$(2) \sigma_{r3} = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + 4\tau_{\max}^2} = \sqrt{111.5^2 + 4 \times 1.27^2} = 111.6 \text{MPa} < [\sigma] \quad (5 \text{分})$$

故：杆件满足第三强度条件。 (2 分)

5、解：(1) d=50mm 时

$$\text{柔度: } \lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{0.7 \times 2 \times 10^3}{50/4} = 112 > \lambda_p \quad \text{故可用欧拉公式计算其临界力。} \quad (5 \text{分})$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^3 \times \frac{1}{64} \times \pi \times 50^4 \times 10^{-3}}{(0.7 \times 2)^2 \times 10^6} = 308.5 \text{kN} \quad (5 \text{分})$$

结构许可荷载为 [P] = 308.5kN。 (2 分)

(2) d=80mm 时

$$\text{柔度: } \lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{0.7 \times 2 \times 10^3}{80/4} = 70 \quad (5 \text{分})$$

$\lambda_s < \lambda < \lambda_p$  故可用直线经验公式计算其临界力。 (1 分)

$$P_{cr} = A(a - b\lambda) = \frac{\pi \times 80^2}{4} \times (304 - 1.12 \times 70) \times 10^{-3} = 1133.4 \text{kN} \quad (5 \text{分})$$

结构许可荷载为 [P] = 1133.4kN。 (2 分)



## 《材料力学》模拟卷 5 答案

1、解：（1）作轴力图

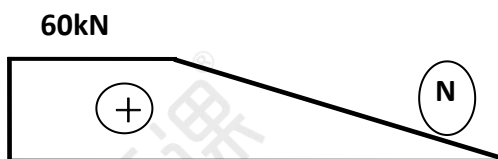
$$N(x) = 30x \quad 0 \leq x \leq 2m \quad (2 \text{ 分})$$

$$N(x) = 60 \quad 2m \leq x \leq 3m \quad (2 \text{ 分})$$

轴力图如右（6分）

（2）最大正应力

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{A} = \frac{60 \times 10^3}{500} = 120 \text{MPa} \quad (8 \text{ 分})$$



（3）AB 段变形

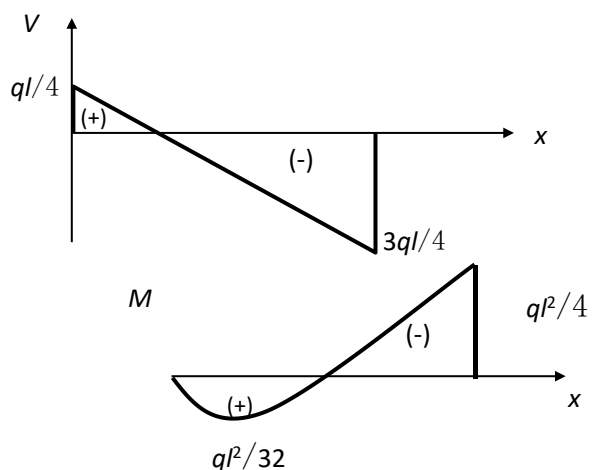
$$\Delta l_{AB} = \frac{N_{AB} l_{AB}}{EA} = \frac{60 \times 10^3 \times 1 \times 10^3}{200 \times 10^3 \times 500} = 0.6 \text{mm} \quad (5 \text{ 分})$$

$$\Delta l_{BC} = \int_0^2 \frac{N(x)}{EA} dx = \int_0^2 \frac{30x \times 10^6}{200 \times 10^3 \times 500} dx = 0.6 \text{mm} \quad (5 \text{ 分})$$

$$\Delta l_{AC} = 0.4 + 0.4 = 0.8 \text{mm} \quad (2 \text{ 分})$$

2、解：剪力图（12分）

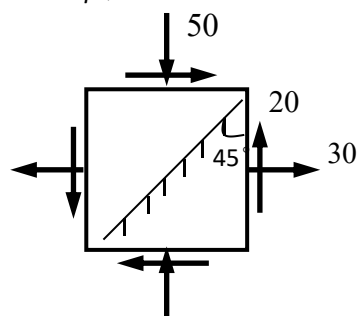
弯矩图（13分）



3、解： $\sigma_x = 30 \text{MPa}$      $\sigma_y = -50 \text{MPa}$

$$\tau_x = -20 \text{MPa} \quad \alpha = 135^\circ \quad (2 \text{ 分})$$

$$1) \sigma_{135^\circ} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\alpha - \tau_x \sin 2\alpha$$



$$= \frac{30-50}{2} + \frac{30+50}{2} \cos 270^\circ - (-20) \sin 270^\circ \quad (5 \text{ 分})$$

$$= -30 \text{ MPa}$$

$$\tau_{135^\circ} = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\alpha + \tau_x \cos 2\alpha$$

$$= \frac{30+50}{2} \sin 270^\circ + (-20) \cos 270^\circ \quad (4 \text{ 分})$$

$$= -40 \text{ MPa}$$

2

$$\sigma_{ps} = \begin{cases} \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_x^2} \\ 0 \end{cases} = \begin{cases} \frac{30-50}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{30+50}{2}\right)^2 + (-20)^2} \\ 0 \end{cases} = \begin{cases} 34.72 \\ -54.72 \\ 0 \end{cases}$$

(6 分)

$$\sigma_1 = 34.72 \text{ MPa} \quad \sigma_2 = 0 \quad \sigma_3 = -54.72 \text{ MPa} \quad (3 \text{ 分})$$

$$3) \tan 2\alpha_0 = -\frac{2\tau_x}{\sigma_x - \sigma_y} = -\frac{2 \times (-20)}{30 - (-50)} = 0.5 \quad (4 \text{ 分})$$

$$\alpha_0 = \frac{1}{2} \arctan 0.5 = 13.28^\circ \quad \alpha_0 + 90^\circ = 103.28^\circ \quad (2 \text{ 分})$$

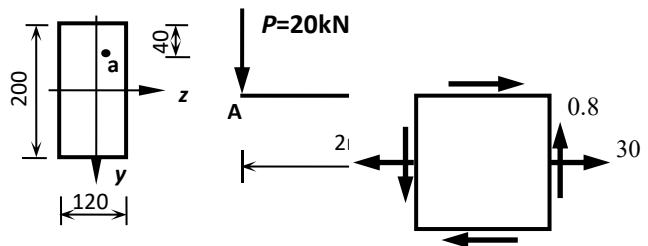
$$4) \tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{34.72 - (-54.72)}{2} = 44.72 \text{ MPa} \quad (4 \text{ 分})$$

4、解：(1) 1-1 截面上的内力

$$\begin{aligned} V_1 &= -20 \text{ kN} \\ M_1 &= -40 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned} \quad (6 \text{ 分})$$

$$\sigma_a = \frac{M_1}{I_z} y_a = \frac{-40 \times 10^6 \times (-60)}{\frac{120 \times 200^3}{12}} =$$

(5 分)



$$\tau_a = \frac{V_1 S_z^*}{I_z b} = \frac{-20 \times 10^3 \times 40 \times 120 \times 80}{\frac{120 \times 200^3}{12} \times 120} = 0.8 \text{ MPa} \quad (5 \text{ 分})$$

画单元体如右图 (2 分)

(2) 全梁最大弯矩  $|M_{\max}| = 60 \text{ kN}\cdot\text{m}$  (3 分)

$$\sigma_{\max} = \frac{|M_{\max}|}{W_z} = \frac{60 \times 10^6}{\frac{120 \times 200^2}{6}} = 75 \text{ MPa} > [\sigma] \quad (6 \text{ 分})$$

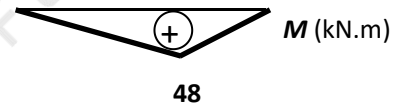
故全梁的正应力强度不满足。 (2 分)

5、解：(1) 研究 AB 梁

$$R_A = 24 \text{ kN} \quad R_B = 48 \text{ kN} \quad (4 \text{ 分})$$

作 AB 梁的弯矩图如右。

(6 分)



由弯矩图可知，危险截面为 D  $M_D = M_{\max}^+ = 48 \text{ kN}\cdot\text{m}$  (2 分)

D 截面校核

$$(\sigma_{\max})_D = \frac{M_D \cdot y}{W_z} = \frac{48 \times 10^6 \times 6}{100 \times 150^2} = 128 \text{ MPa} < [\sigma] \quad (6 \text{ 分})$$

故 AB 梁的强度条件满足。 (2 分)

(2) 对 AD 柱：  $N_{AD} = 24 \text{ kN}$  (压)，需进行稳定性计算。 (2 分)

柔度：  $\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{1000}{30/4} = 133.3 > \lambda_p$  故可用欧拉公式计算其临界力。 (4 分)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^3 \times \frac{1}{64} \times \pi \times 30^4 \times 10^{-3}}{1000^2} = 78.36 \text{ kN} \quad (5 \text{ 分})$$

$$N_{AD} = 24 \text{ kN} < [N_{AD}] = \frac{P_{cr}}{n_{st}} = \frac{78.36}{2} = 39.18 \text{ kN} \quad \text{故压杆稳定性满足。} \quad (2 \text{ 分})$$

综上，结构安全。 (2 分)



## 《材料力学》模拟卷 6 答案

1、解：（1）由 AB 梁的平衡可知：

$$\sum M_A = Px - N_2 a = 0$$

$$\sum Y = N_1 + N_2 - P = 0$$

$$\therefore N_1 = \frac{a-x}{a}P \quad N_2 = \frac{x}{a}P \quad (6 \text{ 分})$$

若使 AB 梁水平下降，须满足：

$$\Delta l_1 = \Delta l_2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{即：} \frac{N_1 l_1}{E_1 A_1} = \frac{N_2 l_2}{E_2 A_2} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{l_2 E_1 A_1}{l_1 E_2 A_2} \quad \frac{N_1}{N_2} = \frac{a-x}{x} = \frac{600 \times 150 \times 100}{400 \times 120 \times 150} = \frac{5}{4} \quad (6 \text{ 分})$$

分)

$$\therefore x = \frac{4}{9}a \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{则 } N_1 = \frac{5}{9}P \quad N_2 = \frac{4}{9}P \quad (2 \text{ 分})$$

（2）由①杆的强度条件：

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} \leq [\sigma]_1 \Rightarrow \frac{5}{9}P \leq A_1 [\sigma]_1 = 100 \times 10^{-6} \times 120 \times 10^6 = 12 \text{ kN} \quad (4 \text{ 分})$$

$$\therefore [P]_1 = 21.6 \text{ kN} \quad (1 \text{ 分})$$

由②杆的强度条件：

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} \leq [\sigma]_2 \Rightarrow \frac{4}{9}P \leq A_2 [\sigma]_2 = 150 \times 10^{-6} \times 180 \times 10^6 = 27 \text{ kN}$$

(4 分)

$$[P]_2 = 27 \text{ kN} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\therefore [P] = \min \{ [P]_1, [P]_2 \} = 21.6 \text{ kN}$$

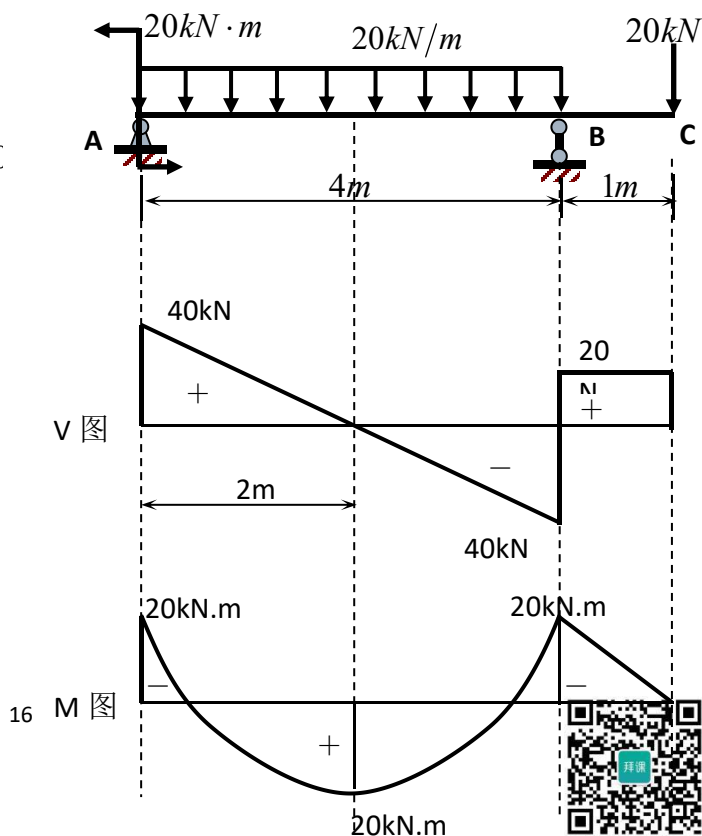
(2 分)

2、解：1) 求支反力

$$R_A = 40 \text{ kN}$$

$$R_B = 60 \text{ kN} \quad (4 \text{ 分})$$

扫码关注【拜课网】公众号 开始学习



16 M 图



- 2) 作剪力图如右 (8分)  
 3) 作弯矩图如右 (9分)

$$|V|_{\max} = 40\text{kN} \quad (2 \text{分})$$

$$|M|_{\max} = 20\text{kN}\cdot\text{m} \quad (2 \text{分})$$

3、解：(1) 横截面上的剪力：  $V=P$  (4分)

K点处于纯剪切应力状态：  $\tau = \frac{3P}{2A} = \frac{3P}{2bh}$  (6分)

(2) 过K截取单元体如图

$$\sigma_{-45^\circ} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cdot \cos(-90^\circ) - \tau \sin(-90^\circ) = \tau$$

(4分)

$$\sigma_{45^\circ} = -\tau \sin 90^\circ = -\tau$$

(4分)

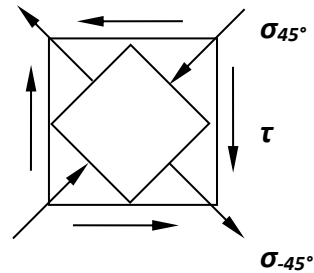
(3) 应用广义胡克定律

$$\varepsilon_{45^\circ} = \frac{1}{E} (\sigma_{45^\circ} - \nu \sigma_{-45^\circ}) = -\frac{1+\nu}{E} \cdot \tau \quad (4$$

分)

$$\tau = -\frac{E\varepsilon_{45^\circ}}{1+\nu} \quad \text{即：} \quad \frac{3P}{2bh} = -\frac{E\varepsilon_{45^\circ}}{1+\nu} \quad (4 \text{分})$$

$$P = -\frac{2Eb h \varepsilon_{45^\circ}}{3(1+\nu)} = \frac{2 \times 200 \times 10^3 \times 80 \times 150 \times 1.5 \times 10^{-5}}{3 \times (1+0.25)} \times 10^{-3} = 19.2\text{kN} \quad (4 \text{分})$$



4、解：

分析知，弯矩  $M=M_2$ ，扭矩  $T=M_1$ ，轴力  $N=10\text{kN}$ 。(3分)

$$\text{由轴力产生的最大正应力：} \quad \sigma_N = \frac{N}{A} = \frac{30 \times 10^3 \times 4}{\pi 50^2} = 15.29\text{MPa} \quad (6 \text{分})$$

$$\text{由弯矩产生的最大正应力：} \quad \sigma_M = \frac{M}{W_z} = \frac{0.9 \times 10^6 \times 32}{\pi \times 50^3} = 73.38\text{MPa} \quad (6 \text{分})$$

$$\text{由扭矩产生的最大剪应力：} \quad \tau = \frac{T}{W_t} = \frac{1.5 \times 10^6 \times 16}{\pi \times 50^3} = 61.15\text{MPa} \quad (6 \text{分})$$



由第三强度理论可知：

$$\sigma_{r4} = \sqrt{(\sigma_N + \sigma_M)^2 + 3\tau^2} = \sqrt{(15.29 + 73.38)^2 + 3 \times 61.15^2} = 138.3 \text{MPa} < [\sigma] \quad (7 \text{分})$$

故满足第三强度理论。 (2分)

5、解：(1) 内力分析

由  $\sum M_A = 0$

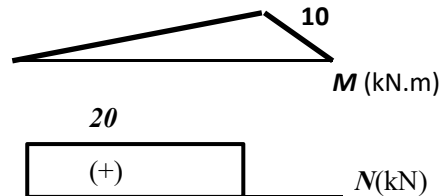
$$N_{BD} \cdot 0.6 \times 2 = F \times 3$$

(3分)

AC 杆中的最大弯矩  $N_{max} = 2.5F = 25 \text{kN}$

作 BD 杆的内力图如右 (6分)

危险截面为 B (2分)



$$N_{max} = 20 \text{kN}$$

$$M_{max} = 10 \text{kN.m}$$

(2) 校核 AC 杆 (拉弯组合)

$$\sigma_{max} = \frac{N_{max}}{A_{AC}} + \frac{M_{max}}{W_{z,AC}} = \frac{20 \times 10^3}{50 \times 100} + \frac{10 \times 10^6 \times 6}{50 \times 100^2} = 124 \text{MPa} < [\sigma] \quad (7 \text{分})$$

(3) 校核 BD 杆的稳定性

柔度：  $\lambda_{BD} = \frac{\mu l_{BD}}{i_{BD}} = \frac{2 \times 10^3 / 0.8}{\sqrt{60^2 + 48^2} / 4} = 130 > \lambda_p$  (5分)

故需用欧拉公式计算其临界力。

$$N_{cr,BD} = \sigma_{cr} A_{BD} = \frac{\pi^2 E}{\lambda_{BD}^2} \times \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^3}{130^2} \times \frac{\pi(60^2 - 48^2)}{4} = 118.7 \text{kN} \quad (6 \text{分})$$

$$N_{BD} = 25 \text{kN} < \frac{N_{cr,BD}}{n_{st}} = \frac{118.7}{3} = 39.6 \text{kN} \quad \text{故压杆稳定性满足。} \quad (4 \text{分})$$

综上：结构的安全性满足。 (2分)



## 《材料力学》模拟卷7答案

1、解：

由 A 节点的平衡可得：

$$N_{AB} \cos 45^\circ - N_{AC} = 0$$

$$N_{AB} \sin 45^\circ - P = 0$$

解得：  $N_{AB} = 1.414F$        $N_{AC} = F$       (10分)

确定两杆的截面尺寸：

由  $\sigma = \frac{N}{A} \leq [\sigma]$

$$\sigma_{AB} = \frac{N_{AB}}{A_1} = \frac{50 \times 1.414 \times 10^3}{\frac{1}{4} \pi d^2} \leq [\sigma] = 100 \text{MPa} \quad d \geq 30 \text{mm} \quad (10 \text{分})$$

$$\sigma_{AC} = \frac{N_{AC}}{A_2} = \frac{50 \times 10^3}{a^2} \leq [\sigma_w] = 100 \text{MPa} \quad a \geq 22.5 \text{mm} \quad (10 \text{分})$$

2、解： 1) 求支反力

$$R_A = 37 \text{kN}$$

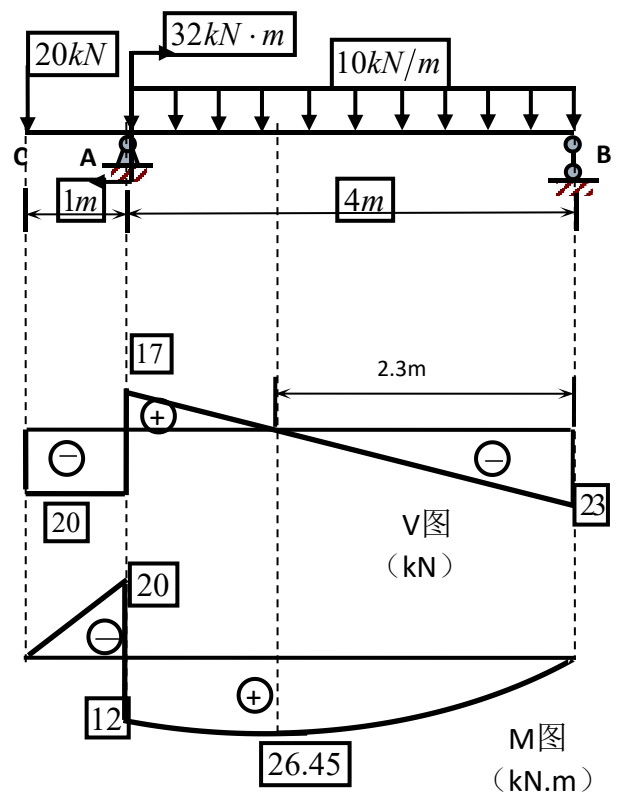
$$R_B = 23 \text{kN} \quad (4 \text{分})$$

2) 作 V 图 (10分)

3) 作 M 图 (12分)

$$4) \quad |V|_{\max} = 23 \text{kN} \quad (4 \text{分})$$

$$|M|_{\max} = 26.45 \text{KN.m} \quad (4 \text{分})$$



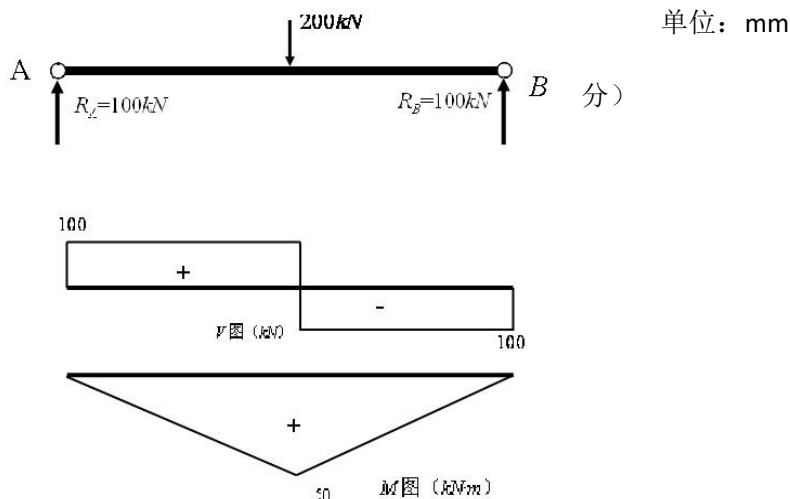
3、解：（1）对梁受力分析知，

$$R_A = R_B = 100kN \text{ 。 (2分)}$$

梁的剪力图和弯矩图如右图：（4

（2）横截面的几何数据：

截面对中性轴的惯性矩：



$$I_Z = \frac{1}{12} \times 10 \times 220^3 + 2 \times \frac{1}{12} \times 120 \times 10^3 + 2 \times 12 \times 120 \times 115^2$$

$$= 4.06 \times 10^7 \text{ mm}^4$$

（3分）

最大面积矩：

$$S_{Z_{\max}}^* = 12 \times 120 \times 115 + 110 \times 10 \times 55 =$$

$$= 1.985 \times 10^5 \text{ mm}^3 \quad \text{(2分)}$$

计算腹板与翼缘相交处剪应力时的面积矩：

$$S_{Z_1}^* = 10 \times 120 \times 115 = 1.38 \times 10^5 \text{ mm}^3 \quad \text{(2分)}$$

（3）强度验算：

最大弯曲正应力以及最大弯曲剪应力处分别是单向应力状态和纯剪切应力状态。（2分）

最大弯曲正应力：

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{I_Z} y_{\max} = \frac{50 \times 10^6}{4.06 \times 10^7} \times \frac{240}{2} = 147.8 \text{ MPa} < [\sigma] \quad \text{(5分)}$$

最大弯曲剪应力：

$$\tau_{\max} = \frac{V_{\max} S_{Z_{\max}}^*}{I_Z b} = \frac{100 \times 10^3 \times 1.985 \times 10^5}{4.06 \times 10^7 \times 10} = 48.9 \text{ MPa} < [\tau] \quad \text{(5分)}$$

腹板与翼缘交界处：

$$\sigma_1 = \frac{M_{\max}}{I_Z} y_1 = \frac{50 \times 10^6}{4.06 \times 10^7} \times 110 = 135.47 \text{ MPa}$$



$$\tau_1 = \frac{V_{\max} S_{Z1}^*}{I_z b} = \frac{100 \times 10^3 \times 1.38 \times 10^5}{4.06 \times 10^7 \times 10} = 33.99 \text{MPa} \quad (6 \text{分})$$

按第四强度理论进行检查:

$$\sigma_{r4} = \sqrt{135.47^2 + 3 \times 33.99^2} = 147.71 \text{MPa} < [\sigma] \quad (3 \text{分})$$

故满足强度要求。 (1分)

4、解: 该杆的危险截面在 A 点, 为弯扭组合变形

$$M_A = 2qa^2 \quad T_A = 0.5qa^2 \quad (10 \text{分})$$

由第三强度条件

$$\sigma_{r3} = \frac{\sqrt{M_A^2 + T_A^2}}{W_Z} = \frac{\sqrt{(2qa^2)^2 + (0.5qa^2)^2}}{\frac{\pi d^3}{32}} = \frac{32\sqrt{4.25}qa^2}{\pi d^3} \leq [\sigma] \quad (10 \text{分})$$

$$\therefore a \leq \sqrt{\frac{160 \times \pi \times 30^3}{\sqrt{4.25} \times 0.2 \times 32}} = 1014 \text{mm} \quad (3 \text{分})$$

所以,  $[a]=1014\text{mm}$ 。 (2分)

5、解: (1) 分析 AB 杆的平衡可得:

$$N_{EB} = 40 \text{kN} \quad (\text{拉力}) \quad (2 \text{分})$$

$$N_{CD} = 80 \text{kN} \quad (\text{压力}) \quad (2 \text{分})$$

$$N_{BD} = 0 \quad (2 \text{分})$$

(2) 校核 EB 杆的强度

$$\sigma_{EB} = \frac{N_{EB}}{A} = \frac{40 \times 10^3 \times 4}{\pi \times 40^2} = 31.85 \text{MPa} < [\sigma] \quad (5 \text{分})$$

故 EB 杆强度满足。 (1分)

(3) 校核 CD 杆的稳定性

$$\text{柔度: } \lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{1000}{40/4} = 100 = \lambda_p \quad \text{故可用欧拉公式计算其临界力。} \quad (4 \text{分})$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = \frac{\pi^2 \times 206 \times 10^3 \times \frac{1}{64} \times \pi \times 40^4 \times 10^{-3}}{1000^2} = 255.1 \text{kN} \quad (5 \text{分})$$

$$N_{CD} = 80 \text{kN} < [N_{CD}] = \frac{P_{cr}}{n_{st}} = \frac{255.1}{3} = 85.03 \text{kN} \quad (2 \text{分})$$

故压杆稳定性满足。 (1分)



综上，结构安全。

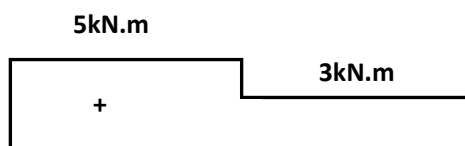


## 《材料力学》模拟卷 8 答案

1、解：（1）扭矩图见右图 （6分）

（2）AB 段的最大剪应力

$$\tau_{\max 1} = \frac{T_{AB}}{W_{t1}} = \frac{5 \times 10^6 \times 16}{\pi \times d_1^3} \quad (4 \text{ 分})$$



BC 段的最大剪应力

$$\tau_{\max 2} = \frac{T_{BC}}{W_{t2}} = \frac{3 \times 10^6 \times 16}{\pi \times d_2^3} \quad (4 \text{ 分})$$

由  $\tau_{\max 1} = \tau_{\max 2}$  得

$$\frac{d_1}{d_2} = \sqrt[3]{\frac{5}{3}} = 1.19 \quad (2 \text{ 分})$$

（3）将  $m_1$  与  $m_2$  互换之后较合理， $T_{\max} = 3kN.m$  （2分）

由强度条件： $\tau_{\max} = \frac{T_{\max}}{W_t} = \frac{3 \times 10^6 \times 16}{\pi \times d^3} \leq [\tau] = 70$        $d \geq \sqrt[3]{\frac{3 \times 10^6 \times 16}{\pi \times 70}} = 60.2mm$

（5分）

由刚度条件： $\varphi_{\max} = \frac{T_{\max}}{GI_p} \times \frac{180}{\pi} = \frac{32 \times 3 \times 10^6 \times 180}{80 \times 10^3 \times \pi^2 d^4} \leq [\varphi] = 1^\circ/m$  （4分）

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{32 \times 3 \times 10^6 \times 180 \times 10^3}{80 \times 10^3 \times \pi^2 \times 1}} = 68.4mm \quad (1 \text{ 分})$$

综上：圆轴直径  $d = 68.4mm$  （2分）

2. 解：由题意可知

K 点所在截面轴力

$$N=P \quad (3 \text{ 分})$$

正应力： $\sigma = \frac{P}{A}$  （单向拉伸应力状态） （4分）

$$\sigma_{45^\circ} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cdot \cos(90^\circ) - \tau_x \sin(90^\circ) = \frac{\sigma}{2} \quad (4 \text{ 分})$$

$$\sigma_{-45^\circ} = \frac{\sigma}{2} \quad (4 \text{ 分})$$



$$\varepsilon_{-45^\circ} = \frac{1}{E} (\sigma_{-45^\circ} - \mu \cdot \sigma_{45^\circ}) = \frac{1-\mu}{2E} \cdot \sigma = \frac{1-\mu}{2E} \frac{P}{A} = \varepsilon \quad (6 \text{ 分})$$

$$\therefore P = \frac{2EA\varepsilon}{1-\mu} \quad (4 \text{ 分})$$

3、解：（1）分三段列方程弯矩方程

$$\text{AB 段: } M(x) = \frac{F}{2}x \quad 0 \leq x \leq a \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{BC 段: } M(x) = \frac{F}{2}x - 2F(x-a) \quad a \leq x \leq 2a \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{CD 段: } M(x) = -F(3a-x) \quad 2a \leq x \leq 3a \quad (4 \text{ 分})$$

（2）挠曲线方程应分为 AB、BC、CD 三段，共有 6 个积分常数。 (3 分)

（3）位移边界条件： (7.5 分)

$$x=0 \quad v_A=0$$

$$x=2a \quad v_C=0$$

变形连续条件： (7.5 分)

$$x=a \quad v_{BL} = v_{BR} \quad \theta_{CL} = \theta_{CR}$$

$$x=2a \quad v_{CL} = v_{CR} \quad \theta_{CL} = \theta_{CR}$$

4、解：（1）对 AB 梁分析（内力图如右示）（6 分）

危险截面为 C 截面右侧：

$$M_{\max} = \frac{1}{4}P \sin 60^\circ \times 2 = \frac{\sqrt{3}}{4}P = 0.433P \quad (2 \text{ 分})$$

$$N = 0.5P \quad (\text{压}) \quad (2 \text{ 分})$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A_1} + \frac{M_{\max}}{W_z} = \frac{0.5P}{2 \times 125 \times 125} + \frac{0.433P \times 10^3}{125^3/6} \leq [\sigma] \quad (6 \text{ 分})$$

解之得：  $P \leq 202 \text{ kN}$  (2 分)

（2）对 AD 柱：  $N_{AD} = 0.5P$  (压)，需根据稳定性计算。(1 分)

$$\text{柔度: } \lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{0.8}{30/4 \times 10^{-3}} = 106.7 > \lambda_p \quad \text{故可用欧拉公式计算其临界力。} \quad (5 \text{ 分})$$





$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = \frac{\pi^2 \times 200 \times \frac{1}{64} \times \pi \times 30^4 \times 10^{-3}}{800^2} = 122.6 \text{ kN} \quad (5 \text{ 分})$$

$$\text{而 } [N_{AD}] = 0.5[P] = \frac{P_{cr}}{n_{st}} = \frac{122.6}{2} = 61.3 \text{ kN} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } [P] = 122.6 \text{ kN} \quad (1 \text{ 分})$$

综上，结构许可荷载为  $[P] = 122.6 \text{ kN}$ 。 (2 分)

5、解：(1) 固定端截面的内力

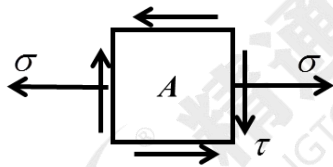
$$M = Fl = 47.1 \text{ N.m} \quad T = M_0 = 125.6 \text{ N.m} \quad (4 \text{ 分})$$

A 点单元体

$$s = \frac{M}{W_z} = \frac{32Fl}{\rho D^3} = \frac{32 \times 47.1 \times 10^3}{\rho' \times 20^3} = 60 \text{ MPa} \quad (5 \text{ 分})$$

$$t = \frac{T}{W_p} = \frac{16M_0}{\rho D^3} = \frac{16 \times 125.6 \times 10^3}{\rho' \times 20^3} = 80 \text{ MPa} \quad (5 \text{ 分})$$

单元体可画成平面单元体如图(从上往下观察)



(2 分)

(2) A 点的主应力

$$\sigma_{ps} = \begin{cases} \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_x^2} \\ 0 \end{cases} = \begin{cases} \frac{60}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{60}{2}\right)^2 + 80^2} \\ 0 \end{cases} = \begin{cases} 115.44 \\ -55.44 \\ 0 \end{cases} \quad (5 \text{ 分})$$

$$\text{主应力: } \sigma_1 = 115.44 \text{ MPa} \quad \sigma_2 = 0 \quad \sigma_3 = -55.44 \text{ MPa} \quad (2 \text{ 分})$$

分)

(3) 校核强度

$$\sigma_{r4} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{60^2 + 3 \times 80^2} = 151 \text{ MPa} < [\sigma] \quad (5 \text{ 分})$$

满足第四强度理论条件。 (2 分)



## 《材料力学》模拟卷 9 答案

1、

解：1)

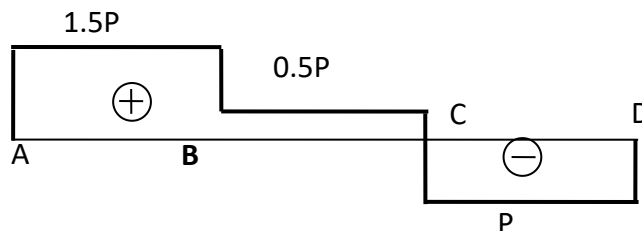
杆件各段的轴力分别为：

$$N_{AB}=1.5P \quad (\text{拉})$$

$$N_{BC}=0.5P \quad (\text{拉})$$

$$N_{CD}=P \quad (\text{压})$$

轴力图如右。(9分)



2) 由 AB 段强度：

$$\sigma_{AB} = \frac{N_{AB}}{A_{AB}} = \frac{1.5P}{210} \leq 100MPa \quad \text{解得：} P \leq \frac{100 \times 210 \times 10^{-3}}{1.5} = 14kN \quad (6 \text{分})$$

由 BD 段强度：

$$\sigma_{CD} = \frac{N_{CD}}{A_{CD}} = \frac{P}{150} \leq 100MPa \quad \text{解得：} P \leq 100 \times 150 \times 10^{-3} = 15kN \quad (6 \text{分})$$

故构件的许可荷载为[P]=14KN

(2分)

3) 杆件的总变形为：

$$\begin{aligned} \Delta l_{AD} &= \frac{N_{AB}l_{AB}}{EA_{AB}} + \frac{N_{BC}l_{BC}}{EA_{BC}} + \frac{N_{CD}l_{CD}}{EA_{CD}} \\ &= \frac{14 \times 1.5 \times 10^3 \times 300}{200 \times 10^3 \times 210} + \frac{7 \times 10^3 \times 300}{200 \times 10^3 \times 150} + \frac{-14 \times 10^3 \times 300}{200 \times 10^3 \times 150} \\ &= 0.15 + 0.07 - 0.14 = 0.08mm \end{aligned} \quad (7 \text{分})$$

2、解：根据强度条件：

$$\tau_{\max} = \frac{T}{W_t} = \frac{16T}{\pi D^3(1-\alpha^4)} \leq [\tau] = 40MPa \quad (8 \text{分})$$

$$D \geq \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi(1-\alpha^4)[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 5 \times 10^6}{\pi \times (1-0.8^4) \times 40}} = 102.6mm \quad (3 \text{分})$$

根据刚度条件：

$$\varphi_{\max} = \frac{T}{GI_p} \times \frac{180}{\pi} = \frac{32T \times 180}{G\pi^2 D^4(1-\alpha^4)} \leq [\varphi] = 0.6^\circ/m \quad (8 \text{分})$$

$$D \geq \sqrt[4]{\frac{32T \times 180}{G\pi^2(1-\alpha^4)[\varphi]}} = \sqrt[4]{\frac{32 \times 5 \times 10^6 \times 180 \times 10^3}{80 \times 10^3 \times \pi^2(1-0.8^4) \times 0.6}} = 100.8mm \quad (3 \text{分})$$



综上：外径  $D=103\text{mm}$ ，内径  $d=82\text{mm}$ 。

3、解：(1) 作剪力弯矩图 (10分)

(2) 校核正应力强度

由弯矩图可知：梁的正应力强度的危险截面为 C、B 截面，

$M_C=24\text{kN}\cdot\text{m}$ ， $M_B=-40\text{kN}\cdot\text{m}$ 。(2分)

(1) 校核全梁截面上的拉应力强度：

$$\sigma_{tC} = \frac{M_C y_1}{I_z} = \frac{24 \times 10^6 \times 153.6}{1017 \times 10^5} = 36.24 \text{MPa}$$

(3分)

$$\sigma_{tB} = \frac{M_B y_2}{I_z} = \frac{40 \times 10^6 \times 96.4}{1017 \times 10^5} = 37.92 \text{MPa}$$

(3分)

$$\sigma_{\max} = \sigma_{tB} = 37.92 \text{MPa} < [\sigma_t] = 40 \text{MPa} \quad \text{梁抗拉强度合格。} \quad (2分)$$

(2) 校核全梁截面上的压应力强度：全梁截面最大值压应力必定发生在 B 截面下边缘。(1分)

$$\sigma_{cB} = \frac{M_B y_1}{I_z} = \frac{40 \times 10^6 \times 153.6}{1017 \times 10^5} = 60.41 \text{MPa} < [\sigma_c] = 160 \text{MPa} \quad (4分)$$

梁抗压强度合格。(1分)

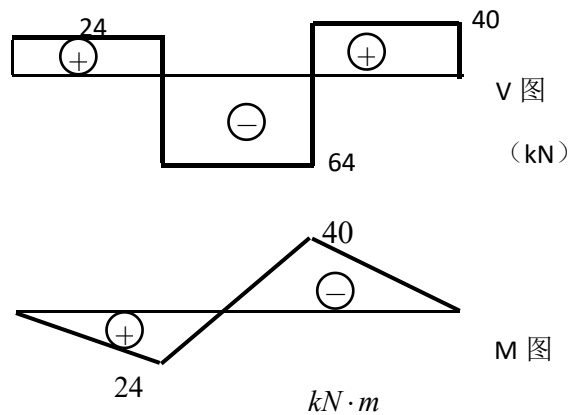
由剪力图可知：梁的剪应力危险截面为 CB 段截面， $|V|_{\max} = 64 \text{kN}$  (2分)

(3) 校核全梁截面上的剪应力强度：

$$\tau_{\max} = \frac{|V|_{\max} (S_z^*)_{\max}}{I_z \times b} = \frac{64 \times 10^3 \times 20 \times 153.6 \times 153.6 / 2}{1017 \times 10^5 \times 20} = 7.42 \text{MPa} < [\tau] \quad (5分)$$

故梁的剪应力强度合格。(1分)

综上，梁的强度满足。(1分)



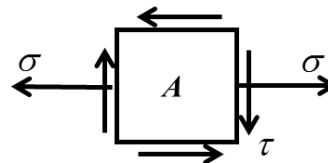
4、解：(1) 杆件内力

$$N = F = 219.8 \text{kN}$$

$$T = M_0 = 12.56 \text{kN}\cdot\text{m} \quad (4分)$$

杆件中的危险点的单元体如图

(2分)



$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{219.8 \times 10^3 \times 4}{\pi \times 100^2} = 28 \text{MPa} \quad (4分)$$



$$\tau = \frac{T}{W_t} = \frac{12.56 \times 10^6 \times 16}{\pi \times 100^3} = 64 \text{MPa} \quad (4 \text{分})$$

$$\sigma_{r3} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{28^2 + 4 \times 64^2} = 131 \text{MPa} < [\sigma] \quad (4 \text{分})$$

强度满足。 (2分)

(2) A点应力单元图见上图

$$\sigma_{45^\circ} = \frac{\sigma}{2} + \frac{\sigma}{2} \cdot \cos(90^\circ) - \tau \sin(90^\circ) = \frac{\sigma}{2} - \tau = -50 \text{MPa} \quad (3 \text{分})$$

$$\sigma_{-45^\circ} = \frac{\sigma}{2} + \frac{\sigma}{2} \cdot \cos(-90^\circ) - \tau \sin(-90^\circ) = \frac{\sigma}{2} + \tau = 78 \text{MPa} \quad (3 \text{分})$$

$$\varepsilon_{45^\circ} = \frac{1}{E} (\sigma_{45^\circ} - \nu \cdot \sigma_{-45^\circ}) = \frac{-50 - 0.3 \times 78}{200 \times 10^3} = -3.67 \times 10^{-4} \quad (4 \text{分})$$

5、解：(1) 两杆的内力

解：(1) 分析 AB 杆的平衡可得：

$$N_{AC} = \frac{F}{\sqrt{2}} \text{ (拉力)} \quad (3 \text{分})$$

$$N_{BD} = \frac{F}{2} \text{ (压力)} \quad (3 \text{分})$$

(2) 校核 AC 杆的强度

$$\sigma_{AC} = \frac{N_{AC}}{A} = \frac{F/\sqrt{2} \times 10^3 \times 4}{\pi \times 20^2} < [\sigma] = 160 \quad (5 \text{分})$$

$$F \leq 159.86 \text{kN} \quad (2 \text{分})$$

故 EB 杆强度满足。 (1分)

(3) 校核 BD 杆的稳定性

柔度：  $\lambda = \frac{\mu l}{i_{\min}} = \frac{1000}{30/2\sqrt{3}} = 115.5 > \lambda_p$  故可用欧拉公式计算其临界力。 (6分)

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^3 \times \frac{1}{12} \times 40 \times 30^3 \times 10^{-3}}{1000^2} = 177.47 \text{kN} \quad (5 \text{分})$$

$$N_{BD} = 0.5F \leq [N_{CD}] = \frac{P_{cr}}{n_{st}} = \frac{177.47}{2} \quad (2 \text{分})$$

$$F \leq 177.38 \text{kN} \quad (2 \text{分})$$

$$[F] = 159.86 \text{kN} \quad (1 \text{分})$$



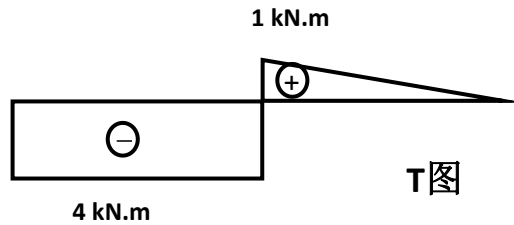
## 《材料力学》模拟卷 10 答案

1、

$$\tau_{\max 1} = \frac{T_{\max 1}}{W_{t1}} = \frac{1 \times 10^6}{\frac{\pi \times 50^3}{16}} = 40.76 \text{ MPa} \quad (4 \text{ 分})$$

AB 段最大剪应力

$$\tau_{\max 2} = \frac{T_{\max 2}}{W_{t2}} = \frac{4 \times 10^6}{\frac{\pi \times 80^3}{16}} = 39.81 \text{ MPa} \quad (4 \text{ 分})$$



$$\tau_{\max} = 79.62 \text{ MPa} \quad (2 \text{ 分})$$

(3) AC 截面相对扭转角

$$\begin{aligned} \phi_{AC} &= \phi_{AB} + \phi_{BC} = \frac{T_2 l_2}{GI_{P2}} + \int_0^2 \frac{0.5x \times 10^6}{GI_{P1}} dx \\ &= \frac{-4 \times 10^6 \times 2 \times 10^3 \times 32}{80 \times 10^3 \times \pi \times 80^4} + \frac{0.5 \times 10^6 \times 2 \times 10^3 \times 32}{80 \times 10^3 \times \pi \times 50^4} = -0.007 \end{aligned} \quad (10 \text{ 分})$$

2、解：(1) 校核铆钉的剪切强度

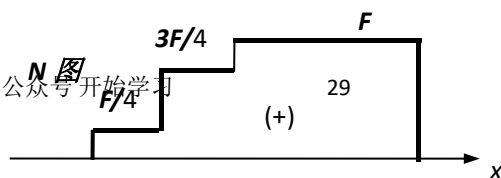
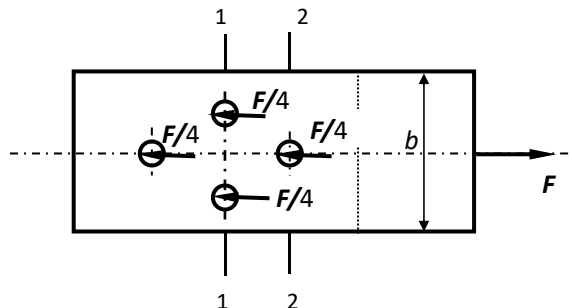
$$\tau = \frac{V}{A} = \frac{\frac{1}{4}F}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{160 \times 10^3}{\pi \times 20^2} = 127.4 \text{ MPa} \leq [\tau] = 130 \text{ MPa} \quad (6 \text{ 分})$$

(2) 校核铆钉的挤压强度；

$$\sigma_{bs} = \frac{F_{bs}}{A_{bs}} = \frac{\frac{1}{4}F}{d\delta} = \frac{200 \times 10^3}{4 \times 20 \times 10} = 200 \text{ MPa} \leq [\sigma_{bs}] = 300 \text{ MPa} \quad (6 \text{ 分})$$

(3) 考虑板件的拉伸强度；

对板件受力分析，画板件的轴力图 (6 分)



扫码关注【拜课网】公众号开始学习



校核 1-1 截面的拉伸强度

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{\frac{3F}{4}}{(b-2d)\delta} = \frac{3 \times 160 \times 10^3}{4 \times (120 - 2 \times 20) \times 10} = 150 \text{ MPa} \leq [\sigma] = 160 \text{ MPa} \quad (5 \text{ 分})$$

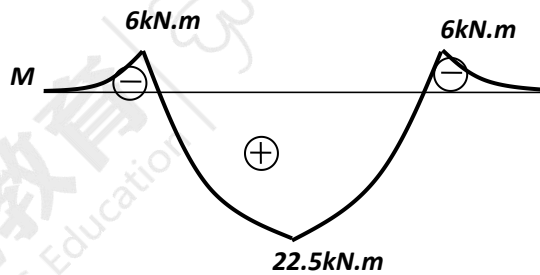
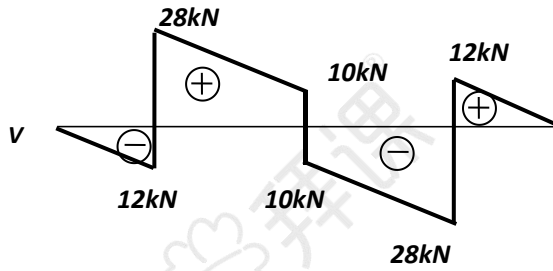
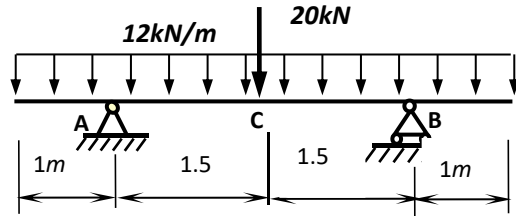
校核 2-2 截面的拉伸强度

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{F}{(b-d)\delta} = \frac{160 \times 10^3}{(120-20) \times 1}$$

(5 分)

所以，接头的强度足够。

(2 分)



3、解：

1) 求支反力

$$R_A = 40 \text{ kN}$$

$$R_B = 40 \text{ kN} \quad (4 \text{ 分})$$

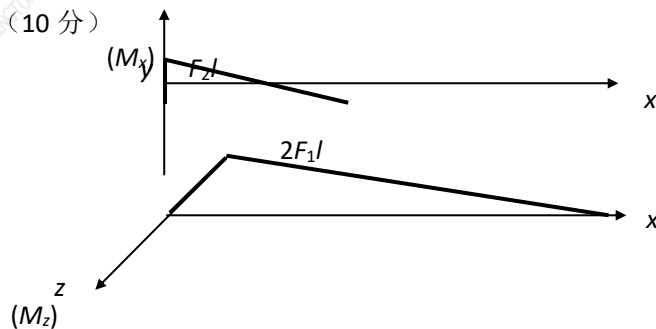
2) 作剪力图如右 (8 分)

3) 作弯矩图如右 (9 分)

$$|V|_{\max} = 28 \text{ kN} \quad (2 \text{ 分})$$

$$|M|_{\max} = 22.5 \text{ kN.m} \quad (2 \text{ 分})$$

4、解：(1) 画弯矩图 (10 分)



固定端截面为危险截面 (2 分)

(2) 当横截面为矩形时，依据弯曲正应力强度条件：



$$\sigma_{\max} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_z}{W_z} = \frac{F_2 \cdot l}{b \cdot h^2} + \frac{2F_1 \cdot l}{h \cdot b^2} = \frac{800 \times 2 \times 10^3}{\frac{2b^3}{3}} + \frac{1 \times 1.6 \times 10^6}{\frac{b^3}{3}} \leq [\sigma] = 160 \text{ MPa} \quad (10 \text{ 分})$$

分)

解得:

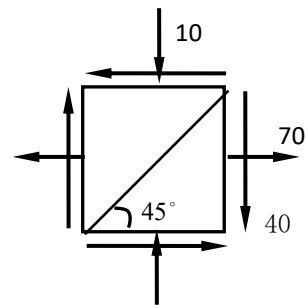
$$b = 35.6 \text{ mm} \quad h = 71.2 \text{ mm} \quad (2 \text{ 分})$$

(3) 当横截面为圆形时, 依据弯曲正应力强度条件:

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= \frac{M_{\max}}{W} = \frac{\sqrt{M_x^2 + M_z^2}}{W} = \frac{\sqrt{(F_2 \cdot l)^2 + (2F_1 \cdot l)^2}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} \\ &= \frac{\sqrt{(1600 \times 10^3)^2 + (1.6 \times 10^6)^2}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} \leq [\sigma] = 160 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (9 \text{ 分})$$

解得:  $d = 52.4 \text{ mm} \quad (2 \text{ 分})$

5、解:  $\sigma_x = 70 \text{ MPa} \quad \sigma_y = -10 \text{ MPa} \quad \tau_x = 40 \text{ MPa} \quad (3 \text{ 分})$



$$\sigma_{ps} = \begin{cases} \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_x^2} \\ 0 \end{cases} = \begin{cases} \frac{70 - 10}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{70 + 10}{2}\right)^2 + 40^2} \end{cases}$$

(6 分)

$$\sigma_1 = 86.57 \text{ MPa} \quad \sigma_2 = 0 \quad \sigma_3 = -26.57 \text{ MPa} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\sigma_{r3} = \sigma_1 - \sigma_3 = 86.57 + 26.57 = 113.14 \text{ MPa} \quad (6 \text{ 分})$$

$$\sigma_{45^\circ} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 90^\circ - \tau_x \sin 90^\circ = \frac{70 - 10}{2} - 40 = -10 \text{ MPa} \quad (4 \text{ 分})$$

$$\sigma_{-45^\circ} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos(-90^\circ) - \tau_x \sin(-90^\circ) = \frac{70 - 10}{2} + 40 = 70 \text{ MPa} \quad (4 \text{ 分})$$

$$\varepsilon_{45^\circ} = \frac{1}{E} (\sigma_{45^\circ} - \nu \sigma_{-45^\circ}) = \frac{-10 - 0.3 \times 70}{200 \times 10^3} = -1.55 \times 10^{-4} \quad (4 \text{ 分})$$



## 混凝土结构设计原理试卷 1 答案

### 一、单项选择题（本大题共 10 个小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1. (C) 2. (A) 3. (B) 4. (B) 5. (C) 6. (D) 7. (A) 8. (A) 9. (D) 10. (A)

### 二、填空题（本题共 8 个空，每空 3 分，共 24 分。）

11. 可变作用；
12. 组合值；
13. 1.0；
14. 做成 135° 弯钩；
15. 受拉钢筋屈服的同时，受压区混凝土达到极限压应变被压碎；
16. 反映裂缝之间混凝土协调受拉钢筋抗拉工作的程度；
17. 受压钢筋的合力作用点；
18. 化学胶结力；

### 三、判断题（本大题共 5 小题，每小题 2 分，共 10 分。）

19. (√) 20. (×) 21. (√) 22. (×) 23. (√)

### 四、简答题（本大题共 4 小题，每小题 10 分，共 40 分。）

24. 影响混凝土收缩的因素有哪些？

答：水泥的品种、水泥的用量、骨料的性质、养护条件、混凝土制作方法、使用环境、构件的体积与表面积比等。

25. 规定 T 形截面翼缘计算宽度的意义在哪里？

答：试验和理论表明，T 形截面梁受力后，翼缘上的纵向压应力是不均匀分布的，离肋部越远压应力越小。构件达到破坏时，由于塑性变形的发展，实际压应力要比弹性阶段时均匀些。为了计算方便，设计时认为翼缘一定范围内的压应力是均匀的，这一范围就是翼缘计算宽度。





26. 截面抗剪承载力计算时要满足  $\rho_{sv} \geq \rho_{sv,\min}$  以及最小截面尺寸条件的目的是什么？

答：满足  $\rho_{sv} \geq \rho_{sv,\min}$ ，其目的是防止发生斜拉破坏，满足最小截面尺寸条件，其目的是防止发生斜压破坏，这两种破坏都属于脆性破坏，抗剪箍筋未得到充分利用，不经济，所以设计时应予以避免。。

27. 简述偏心受压短柱的破坏形态及特点。

答：钢筋混凝土偏心受压短柱的破坏形态有大偏心受压破坏和小偏心受压破坏。

大偏心受压破坏特征是受拉钢筋先屈服，受压区混凝土被压碎，构件破坏；小偏心受压破坏的破坏特征是受拉侧钢筋可能受拉可能受压，但是不会受拉屈服，最后受压区混凝土被压碎构件破坏。当  $\xi \leq \xi_b$ ，大偏心受压破坏；当  $\xi > \xi_b$ ，小偏心受压破坏。

## 五、计算题（本大题共 3 小题，共 46 分。）

28. 解：  $h_0 = h - a_s = 600 - 65 = 535\text{mm}$

$$x = h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2[M - f_y A_s (h_0 - a_s')]}{\alpha_1 f_c b}}$$

$$= 535 - \sqrt{535^2 - \frac{2 \times [360 \times 10^6 - 360 \times 1256 \times (535 - 40)]}{1.0 \times 14.3 \times 300}} = 63\text{mm}$$

满足  $x \leq \xi_b h_0 = 0.518 \times 535 = 277\text{mm}$ ，且  $x < 2a_s' = 80\text{mm}$  故

$$A_s = \frac{M}{f_y (h_0 - a_s')} = \frac{360 \times 10^6}{360(535 - 40)} = 2020\text{mm}^2$$

选择 3 $\Phi$ 22+3 $\Phi$ 20 实配  $A_s = 2082\text{mm}^2$

验算最小配筋率

$$\rho_{\min} \geq \max(0.45 \frac{1.43}{360}, 0.2\%) = 0.2\%$$

$A_s > \rho_{\min} bh = 0.2\% \times 300 \times 500 = 300\text{mm}^2$ ，满足要求。

29. 解：判断 T 形截面的类型

$$f_y A_s = 300 \times 2454 = 736.2\text{kN}$$

$$\alpha_1 f_c b_f h_f' = 11.9 \times 500 \times 120 = 714\text{kN} < f_y A_s$$

故属于第二类 T 形截面

$$a_s = \frac{3 \times 491 \times (25 + 25/2) + 2 \times 491 \times (25 + 25 + 25 + 25/2)}{5 \times 491} = 57.5\text{mm}$$



$$h_0 = h - a_s = 500 - 57.5 = 442.5 \text{ mm}$$

$$x = \frac{f_y A_s - \alpha_1 f_c (b_f' - b)}{\alpha_1 f_c b} = \frac{300 \times 2454 - 11.9 \times (500 - 200) \times 120}{11.9 \times 200} = 129.3 \text{ mm}$$

$$< \xi_b h_0 = 0.55 \times 442.5 = 243.4 \text{ mm}$$

满足公式适用条件。

$$\begin{aligned}
 M_u &= \alpha_1 f_c b x (h_0 - x / 2) + \alpha_1 f_c (b_f' - b) h_f' (h_0 - h_f' / 2) \\
 &= 11.9 \times 200 \times 129.3 (442.5 - 129.3 / 2) + 11.9 \times 200 \times (500 - 200) (442.5 - 120 / 2) \\
 &= 280.14 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

此截面可以承受的弯矩设计值为 280.14kN.m，最小配筋率不用验算，自动满足。

30. 解：（1）最小配筋率验算

$$h_0 = h - a_s = 600 - 40 = 560 \text{ mm}$$

$$A_s' = 1964 \text{ mm}^2 > 0.002bh = 0.002 \times 400 \times 600 = 480 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 1520 \text{ mm}^2 > 0.002bh = 0.002 \times 400 \times 600 = 480 \text{ mm}^2$$

$$\text{全部： } \rho = \frac{A_s' + A_s}{bh} = (1520 + 1964) / (400 \times 600) = 1.45\% > 0.55\% \quad \text{满足}$$

（2）计算受压区高度

假设大偏压：

$$x = \frac{N - f_y' A_s' + f_y A_s}{\alpha_1 f_c b} = (1200 \times 1000 - 360 \times 1964 + 360 \times 1520) / (1.0 \times 19.1 \times 400)$$

$$= 136 \text{ mm} < \xi_b h_0 = 0.518 \times 560 = 290 \text{ mm}$$

$$\text{且 } x > 2a_s' = 80 \text{ mm}$$

属于大偏心受压，且受压钢筋屈服。

（3）计算偏心距

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{\alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + f_y' A_s' (h_0 - a_s')}{N} \\
 &= \frac{1.0 \times 19.1 \times 400 \times 136 \times (560 - 0.5 \times 136) + 360 \times 1964 \times (560 - 40)}{1200 \times 1000} = 732 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$e_i = e - 0.5h + a_s = 732 - 0.5 \times 600 + 40 = 472 \text{ mm}$$

$$e_a = \max\left(20, \frac{600}{30}\right) = 20 \text{ mm}$$

$$e_0 = e_i - e_a = 472 - 20 = 452 \text{ mm}$$

$$M = Ne_0 = 1200 \times 0.452 = 542.87 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



## 混凝土结构设计原理试卷 2 答案

### 一、单项选择题（本大题共 10 个小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1. (B) 2. (C) 3. (C) 4. (B) 5. (D) 6. (B) 7. (C) 8. (C) 9. (A) 10. (D)

### 二、填空题（本题共 8 个空，每空 3 分，共 24 分。）

11. 箍筋；
12. 偏心方向截面尺寸的 1/30；
13. 钢筋锈蚀；
14. 适用性；
15. 100N/mm<sup>2</sup>；
16. 构件截面高度；
17. 受扭纵筋；
18. 450mm；

### 三、判断题（本大题共 5 小题，每小题 2 分，共 10 分。）

19. (√) 20. (×) 21. (√) 22. (√) 23. (×)

### 四、简答题（本大题共 4 小题，每小题 10 分，共 40 分。）

24. 钢筋混凝土构件正截面承载力计算的基本假定是什么？

答：(1) 平截面假定，即正截面的应变按线性规律分布；

(2) 截面受拉区的拉力全部由钢筋承担，不考虑混凝土的抗拉作用；

(3) 混凝土受压的应力-应变关系由抛物线上升段和水平段两部分组成；

(4) 纵向受拉钢筋的极限拉应变为 0.01；

(5) 纵向钢筋的应力取钢筋应变与其弹性模量的乘积，其绝对值不应大于相应的强度设计值。

25. 什么叫适筋梁最小配筋率？它是如何确定的？在计算中作用是什么？

答：最小配筋率是指，当梁的配筋率 $\rho$ 很小，梁拉区开裂后，钢筋应力趋近于屈服强度，这时的配筋率称为最小配筋率 $\rho_{min}$ 。是根据  $M_u=M_{cr}$  时确定最小配筋率。最小配筋率是确定适筋和少筋的界限配筋。



26. 什么是双筋截面？在什么情况下才采用双筋截面？

答：在单筋截面受压区配置受力钢筋后便构成双筋截面。在受压区配置钢筋，可协助混凝土承受压力，提高截面的受弯承载力；由于受压钢筋的存在，增加了截面的延性，有利于改善构件的抗震性能；此外，受压钢筋能减少受压区混凝土在荷载长期作用下产生的徐变，对减少构件在荷载长期作用下的挠度也是有利的。

双筋截面一般不经济，但下列情况可以采用：

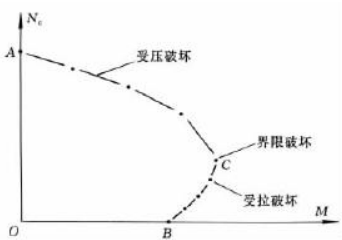
- (1) 弯矩较大，且截面高度受到限制，而采用单筋截面将引起超筋；
- (2) 同一截面内受变号弯矩作用；
- (3) 由于某种原因（延性、构造），受压区已配置  $A'_s$ ；
- (4) 为了提高构件抗震性能或减少结构在长期荷载下的变形。

27. 偏心受压构件正截面承载力  $Nu-Mu$  相关曲线的特点？

答：曲线特点：

- (1)  $Mu=0$  时， $Nu$  最大； $Nu=0$  时， $Mu$  不是最大；界限破坏时， $Mu$  最大。
- (2) 小偏心受压时， $Nu$  随  $Mu$  的增大而减小；大偏心受压时， $Nu$  随  $Mu$  的增大而增大。
- (3) 对称配筋时，如果截面形状和尺寸相同，混凝土强度等级和钢筋级别也相同，但配筋数量不同，则在界限破坏时，它们的  $Nu$  是相同的 ( $N = \alpha_1 f_c b x_b = \alpha_1 f_c b \xi_b h_0$ )，因此各条

$Nu-Mu$  曲线的界限破坏点在同一水平处。



## 五、计算题（本大题共 3 小题，共 46 分。）

28. 解：判断 T 形截面的类型

$$h_0 = h - a_s = 650 - 70 = 580 \text{ mm}$$

$$\alpha_1 f_c h_f' b_f (h_0 - h_f' / 2) = 11.9 \times 600 \times 120 \times (580 - 120 / 2) = 445.5 \text{ kNm} < 480 \text{ kNm}$$

所以，属于第二类 T 形截面。

$$M = \alpha_1 f_c b x (h_0 - \frac{x}{2}) + \alpha_1 f_c (b_f' - b) h_f' (h_0 - \frac{h_f'}{2})$$

$$x = h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2 \left[ M - \alpha_1 f_c (b_f' - b) h_f' (h_0 - \frac{h_f'}{2}) \right]}{\alpha_1 f_c b}}$$

$$x = 635 - \sqrt{635^2 - \frac{2 \times [650 \times 10^6 - 14.3 \times (600 - 300) \times 120 \times (635 - 0.5 \times 120)]}{14.3 \times 300}} = 147.3 \text{ mm}$$



$$x < \xi_b h_0 = 0.518 \times 635 = 328.9 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \frac{\alpha_1 f_c b x + \alpha_1 f_c (b'_f - b) h'_f}{f_y} \\
 &= \frac{14.3 \times (600 - 300) \times 120 + 14.3 \times 300 \times 147.3}{360} = 3182 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

选择钢筋 4 $\Phi$ 25+4 $\Phi$ 20 实配  $A_s = 3220 \text{ mm}^2$

第二类 T 形截面一般不用验算最小配筋率，自动满足。

29. 解：（1）验算截面尺寸

$$h_w = h_0 = h - a_s = 500 - 40 = 460 \text{ mm}$$

$$\frac{h_w}{b} = 460 / 200 = 2.3 < 4$$

$$0.25 \beta_c f_c b h_0 = 0.25 \times 1.0 \times 14.3 \times 200 \times 460 = 328.9 \text{ kN} > V_{\max} = 220 \text{ kN}$$

截面尺寸满足要求。

（3）计算支点边缘抗剪承载力

$$\begin{aligned}
 V &= 0.7 f_t b h_0 + f_{yv} \frac{n A_{sv1}}{s} h_0 + 0.8 f_y A_b \sin \alpha \\
 &= 0.7 \times 1.43 \times 200 \times 460 + 270 \times \frac{2 \times 50.3}{200} \times 460 + 0.8 \times 300 \times 490.9 \times \sin 45^\circ \\
 &= 237.9 \text{ kN} > V_{\max} = 220 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

（4）验算最小配箍率。

$$\rho_{sv} = \frac{A_{sv}}{bs} = \frac{2 \times 50.3}{(200 \times 200)} = 0.252 \% > \rho_{sv, \min} = 0.24 \frac{f_t}{f_{yv}} = 0.24 \times 1.43 / 270 = 0.127 \% \text{ 满足。}$$

支座截面处斜截面受剪承载力满足要求。

30. 解：（1）计算受压区高度

$$h_0 = h - a_s = 400 - 40 = 360 \text{ mm}$$

$$x = \frac{N}{\alpha_1 f_c b} = (350 \times 1000) / (1.0 \times 14.3 \times 300) = 82 \text{ mm}$$

$$x < \xi_b h_0 = 0.518 \times 360 = 186.5 \text{ mm}$$

$$x > 2a'_s = 80 \text{ mm}$$

故为大偏心受压构件，且受压钢筋可以屈服。

（2）计算  $A_s$ 、 $A'_s$

$$M = C_m \eta_{ns} M_2 = 1.0 \times 1.03 \times 310 = 319 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = 319 \times 1000 / 350 = 911 \text{ mm}$$

$$e_a = \max\left(20, \frac{400}{30}\right) = 20 \text{ mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 931 \text{ mm}$$

$$e = e_i + 0.5h - a_s = 931 + 0.5 \times 400 - 40 = 1091 \text{ mm}$$



$$A'_s = A_s = \frac{Ne - \alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right)}{f'_y (h_0 - a'_s)} = \frac{350 \times 1000 \times 1091 - 1.0 \times 14.3 \times 300 \times 82 \times (360 - 0.5 \times 82)}{360 \times (360 - 40)}$$

=2341mm<sup>2</sup>

(3) 验算最小配筋率

单侧:  $A'_s = A_s = 2341\text{mm}^2 > 0.2\%bh = 0.2\% \times 300 \times 400 = 240\text{mm}^2$  满足

选择钢筋 受拉和受压钢筋均取 4 $\Phi$ 28 实配  $A'_s = A_s = 2463\text{mm}^2$

全部:  $\rho = \frac{A'_s + A_s}{bh} = 2463 \times 2 / (300 \times 400) = 4.1\% > 0.55\%$  满足



## 混凝土结构设计原理试卷 3 答案

### 一、单项选择题（本大题共 10 个小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1. (A) 2. (A) 3. (D) 4. (A) 5. (B) 6. (D) 7. (C) 8. (A) 9. (A) 10. (B)

### 二、填空题（本题共 8 个空，每空 3 分，共 24 分。）

11. 伸长率；
12. 95%；
13.  $M > \alpha_1 f_c b' h'_f (h_0 - 0.5 h'_f)$ ；
14. 适用性；
15. 受拉钢筋；
16. 屈服强度；
17. 双向偏心受压构件；
18.  $45^\circ$ ；

### 三、判断题（本大题共 5 小题，每小题 2 分，共 10 分。）

19. (√) 20. (√) 21. (×) 22. (√) 23. (√)

### 四、简答题（本大题共 4 小题，每小题 10 分，共 40 分。）

24. 简述混凝土结构的优缺点。

答：钢筋混凝土结构的优点有：

- 1) 经济性好，材料性能得到合理利用；
- 2) 可模性好；
- 3) 耐久性和耐火性好，维护费用低；
- 4) 整体性好，且通过合适的配筋，可获得较好的延性；
- 5) 刚度大，阻尼大；



6) 就地取材。

缺点有：1) 自重大；2) 抗裂性差；3) 承载力有限；4) 施工复杂；5) 加固困难。

25. 双筋混凝土梁为什么要求  $2a'_s \leq x \leq \xi_b h_0$  ?

答：双筋矩形梁进行承载力计算时，要求  $x \leq \xi_b h_0$  是为了保证构件不会发生超筋破坏，要求  $2a'_s \leq x$  是为了保证构件破坏时受压钢筋能够屈服。

26. 梁斜截面受剪承载力计算公式基于那种破坏形态建立的，如何防止其他两种破坏？

答：梁斜截面受剪承载力计算公式是依据剪压破坏建立的。为了防止斜压破坏，应限制截面的尺寸不能太小；为防止斜拉破坏，则应保证箍筋的最小配箍率以及相关构造要求。

27. 影响梁斜截面受剪承载力的因素有哪些？

答：(1) 剪跨比；(2) 混凝土的强度；(3) 箍筋的配筋率；(4) 纵筋配筋率；(5) 斜截面上的骨料咬合力；(6) 截面性状和尺寸。

## 五、计算题（本大题共 3 小题，共 46 分。）

28. 解：配筋率验算：
$$\rho' = \frac{A'_s}{A} = \frac{7854}{0.25 \times 3.14 \times 470^2} = 4.5\%$$

$$\left\{ \begin{array}{l} > \rho'_{\min} = 0.55\% \\ < 5\% \\ > 3\% \end{array} \right. \begin{array}{l} \text{满足最大配筋率} \\ \text{需要扣除钢筋面积} \end{array}, \text{也满足}$$

单侧最小配筋率。

由  $l_0 / d = 5200 / 470 = 11.06 < 12$ ，查表得  $\varphi = 0.938$ ，可以采用螺旋箍筋计算抗压承载力。

按螺旋箍筋柱计算承载力：

$$d_{cor} = 470 - 2 \times (10 + 20) = 410 \text{mm}$$

$$A_{cor} = 0.25 \pi d_{cor}^2 = 0.25 \times 3.14 \times 410^2 = 132000 \text{mm}^2$$

$$A_{ss0} = \frac{\pi d_{cor} A_{ss1}}{s} = \frac{3.14 \times 410 \times 78.5}{40} = 2517 \text{mm}^2 > 0.25 A'_s, \text{ 满足构造要求。}$$

$$N_u = 0.9(f_c A_{cor} + 2\alpha f_y A_{ss0} + f'_y A'_s) = 0.9(19.1 \times 132000 + 2 \times 1 \times 270 \times 2527 + 360 \times 7854) = 6042 \text{kN}$$

满足要求。

按普通箍筋柱验算承载力：

$$N_{u1} = 0.9\varphi(f_c A + f'_y A'_s) = 0.9 \times 0.938 \times (19.1 \times (0.25 \times 3.14 \times 470^2 - 7854) + 360 \times 7854) = 5056 \text{kN}$$

$$1.5 N_{u1} = 7584 \text{kN} > N_u \text{ 满足要求。}$$

29. 解：判断 T 形截面的类型

$$h_0 = h - a_s = 700 - [20 + 8 + 22 + 0.5 \times \max\{25, 22\}] = 637 \text{mm}$$

$$\alpha_1 f_c h_f b'_f = 1.0 \times 14.3 \times 600 \times 120 = 1029.6 \text{kN} < f_y A_s = 360 \times 3041 = 1094.76 \text{kN}$$

所以，属于第二类 T 形截面。





$$x = \frac{f_y A_s - \alpha_1 f_c (b'_f - b) h'_f}{\alpha_1 f_c b} = \frac{360 \times 3041 - 1.0 \times 14.3 \times (600 - 300) \times 120}{1.0 \times 14.3 \times 300} = 135 \text{mm} < \xi_b h_0 = 330 \text{mm}^2$$

$$M_u = \alpha_1 f_c b x (h_0 - 0.5x) + \alpha_1 f_c (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0.5h'_f)$$

$$= 1.0 \times 14.3 \times 300 \times 135 \times (637 - 0.5 \times 135) + 1.0 \times 14.3 \times (600 - 300) \times 120 \times (637 - 0.5 \times 120) = 626.87 \text{ kN.m}$$

对于第二类 T 形截面，最小配筋率一般不用验算，自动满足。

30. 解：（1）计算受压区高度

$$h_0 = h - a_s = 500 - 40 = 460 \text{mm}$$

$$x = \frac{N}{\alpha_1 f_c b} = (400 \times 1000) / (1.0 \times 14.3 \times 400) = 70 \text{mm}$$

$$x < \xi_b h_0 = 0.518 \times 460 = 238.3 \text{mm}$$

$$x < 2a'_s = 80 \text{mm}$$

故为大偏心受压构件，但受压钢筋不屈服。

（2）计算  $A_s$ 、 $A'_s$

$$M = C_m \eta_{ns} M_2 = 0.98 \times 1.03 \times 360 = 363.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = 363.4 \times 1000 / 400 = 908.5 \text{mm}$$

$$e_a = \max(20, \frac{500}{30}) = 20 \text{mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 928.5 \text{mm}$$

$$A'_s = A'_s = \frac{N(e_i - \frac{h}{2} + a'_s)}{f_y (h_0 - a'_s)} =$$

$$= \frac{400 \times 1000 \times (928.5 - 0.5 \times 500 + 40)}{360 \times (460 - 40)}$$

$$= 1900.8 \text{mm}^2$$

（3）验算最小配筋率

单侧：  $A'_s = A_s = 1900.8 \text{mm}^2 > 0.2\%bh = 0.2\% \times 400 \times 500 = 400 \text{mm}^2$       满足

全部：  $\rho = \frac{A'_s + A_s}{bh} = 1900.8 \times 2 / (400 \times 500) = 1.9\% > 0.55\%$       满足



## 混凝土结构设计原理试卷 4 答案

### 一、单项选择题（本大题共 10 个小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1. (C) 2. (A) 3. (D) 4. (A) 5. (A) 6. (D) 7. (C) 8. (C) 9. (A) 10. (D)

### 二、填空题（本题共 8 个空，每空 3 分，共 24 分。）

11. 第三阶段末；
12. 受剪；
13. 可靠度分析；
14. 充分利用混凝土的受压区对正截面抗弯承载力的贡献；
15. 预应力筋的放张；
16. 28；
17. 25；
18. 二

### 三、判断题（本大题共 5 小题，每小题 2 分，共 10 分。）

19. (×) 20. (√) 21. (×) 22. (×) 23. (×)

### 四、简答题（本大题共 4 小题，每小题 10 分，共 40 分。）

24. 钢筋混凝土板内一般有哪些钢筋？作用分别是什么？

答：钢筋混凝土板内钢筋一般为受力钢筋和分布钢筋。

受力钢筋：承受弯矩产生的拉力

分布钢筋：垂直于受力钢筋布置，作用：将板内的荷载更有效传递到受力钢筋上；防止由于温度或混凝土收缩等原因沿跨度方向引起裂缝；固定受力钢筋的正确位置。

25. 根据剪压破坏，斜截面受剪承载力计算公式有哪些假定？

答：（1）截面可承受的剪力设计值由混凝土、箍筋和弯起钢筋三部分组成；（2）剪压破坏时，箍筋和弯起钢筋均达到其屈服强度；（3）骨料咬合力和纵筋销栓力不计入；（4）仅在无腹筋梁中考虑截面尺寸的影响；（5）仅对集中荷载为主的梁才考虑剪跨比的影响。



26. 大偏心受拉构件为非对称配筋，如果计算中出现  $x < 2a'_s$  或出现负值，怎么处理？

答：取  $x = 2a'_s$ ，对混凝土受压区合力点（即受压钢筋合力点）取矩。

$$A_s = \frac{Ne'}{f_y(h_0 - a'_s)}, \quad A'_s = \rho'_{\min}bh$$

27. 为什么结构设计时要对裂缝宽度进行控制？

答：过大的裂缝会引起混凝土中钢筋的严重锈蚀，降低结构的耐久性；同时会损坏结构的外观，影响使用者的使用。因此，结构构件设计时应应对裂缝宽度进行控制。

## 五、计算题（本大题共 3 小题，共 46 分。）

28. 解：  $h_0 = h - a_s = 500 - 65 = 435\text{mm}$

$$\begin{aligned}
 x &= h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2[M - f_y A'_s (h_0 - a'_s)]}{\alpha_1 f_c b}} \\
 &= 435 - \sqrt{435^2 - \frac{2 \times [330 \times 10^6 - 360 \times 942 \times (435 - 40)]}{1.0 \times 19.1 \times 200}} = 141\text{mm}
 \end{aligned}$$

满足  $x \leq \xi_b h_0 = 0.518 \times 435 = 225\text{mm}$ ，且  $x > 2a'_s = 80\text{mm}$  故

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b x + f_y A'_s}{f_y} = \frac{1.0 \times 19.1 \times 200 \times 141 + 360 \times 942}{360} = 2436\text{mm}^2$$

选择钢筋：受拉钢筋 3 $\Phi$ 25+2 $\Phi$ 25 面积 2454mm<sup>2</sup>

$A_s > \rho_{\min}bh = 0.2\% \times 300 \times 500 = 300\text{mm}^2$ ，满足要求。

29. 解：配筋率验算： $\rho' = \frac{A'_s}{A} = \frac{6082}{0.25 \times 3.14 \times 450^2} = 3.8\%$ 

$> \rho'_{\min} = 0.55\%$	满足最大配筋率，也满
$< 5\%$	
$> 3\%$	

足单侧最小配筋率。

由  $l_0/d = 5400/450 = 12$ ，查表得  $\varphi = 0.92$ ，可以采用螺旋箍筋计算抗压承载力。按螺旋箍筋柱计算承载力：

$$d_{cor} = 450 - 2 \times (10 + 20) = 390\text{mm}$$

$$A_{cor} = 0.25\pi d_{cor}^2 = 0.25 \times 3.14 \times 390^2 = 119399\text{mm}^2$$

由  $N = 0.9(f_c A_{cor} + 2\alpha f_y A_{ss0} + f_y' A'_s)$

$$A_{ss0} = \frac{N - 0.9 f_c A_{cor} - f_y' A'_s}{2\alpha f_y} = \frac{5000 \times 10^3 - 0.9 \times 19.1 \times 119399 - 360 \times 6082}{2 \times 1 \times 270} = 2010\text{mm}^2 > 0.25 A'_s$$



$$s = \frac{\pi d_{cor} A_{ss1}}{A_{ss0}} = \frac{3.14 \times 390 \times 78.5}{2010} = 47.8 \text{mm}。$$

取  $s=45\text{mm}$ ，满足构造要求。

按普通箍筋柱验算承载力：

$$N_{u1} = 0.9\varphi(f_c A + f_y' A_s') = 0.9 \times 0.92(19.1 \times (0.25 \times 3.14 \times 450^2 - 6082) + 360 \times 6082) = 4231 \text{kN}$$

$$1.5N_{u1} = 6346 \text{kN} > 5000 \text{kN} \quad \text{满足要求。}$$

30. 解：（1）二阶效应考虑

$$h_0 = h - a_s = 400 - 40 = 360 \text{mm}$$

$$C_m \eta_{ns} < 1.0, \text{取为 } 1.0, \text{ 则 } M = 218 \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = 218 \times 1000 / 396 = 551 \text{mm}$$

$$e_a = \max(20, \frac{400}{30}) = 20 \text{mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 571 \text{mm} > 0.3h_0 = 0.3 \times 360 = 108 \text{mm}, \text{ 可先按大偏压计算。}$$

（2）计算受压区高度

$$e = e_i + 0.5h - a_s = 571 + 0.5 \times 400 - 40 = 731 \text{mm}$$

由公式  $Ne = \alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + f_y' A_s' (h_0 - a_s')$  知，

$$\begin{aligned}
 x &= h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2[Ne - f_y' A_s' (h_0 - a_s')]}{\alpha_1 f_c b}} \\
 &= 360 - \sqrt{360^2 - \frac{2[396 \times 1000 \times 731 - 360 \times 942 \times (360 - 40)]}{1.0 \times 14.3 \times 300}}
 \end{aligned}$$

$$= 148 \text{mm} < \xi_b h_0 = 0.518 \times 360 = 187 \text{mm}$$

$$x > 2a_s' = 80 \text{mm}$$

故为大偏心受压构件，且受压钢筋屈服。

（3）计算  $A_s$

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b x + f_y' A_s' - N}{f_y} = (1.0 \times 14.3 \times 300 \times 148 + 360 \times 942 - 396 \times 1000) / 360 = 1606 \text{mm}^2$$

选用钢筋 2 $\Phi$ 20+2 $\Phi$ 25，面积为 1610mm<sup>2</sup>

（4）验算最小配筋率

$$\text{单侧： } A_s = 1610 \text{mm}^2 > 0.2\%bh = 0.2\% \times 300 \times 400 = 240 \text{mm}^2 \quad \text{满足}$$

$$\text{全部： } \rho = \frac{A_s' + A_s}{bh} = (942 + 1610) / (300 \times 400) = 2.127\% > 0.55\% \quad \text{满足}$$



## 混凝土结构设计原理试卷 5 答案

### 一、单项选择题（本大题共 10 个小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1. (A) 2. (B) 3. (C) 4. (C) 5. (C) 6. (D) 7. (A) 8. (B) 9. (D) 10. (C)

### 二、填空题（本题共 8 个空，每空 3 分，共 24 分。）

11.  $\phi$ ;  
12. 1.1;  
13. 1.5;  
14. 构件类型;  
15. 80 N/mm<sup>2</sup>;  
16. 摩擦力;  
17. 延性;  
18. 斜截面抗弯;

### 三、判断题（本大题共 5 小题，每小题 2 分，共 10 分。）

19. (×) 20. (×) 21. (×) 22. (×) 23. (×)

### 四、简答题（本大题共 4 小题，每小题 10 分，共 40 分。）

24. 现行规范极限状态分为几种？分别写出其基本表达式。

答：极限状态分为承载能力极限状态和正常使用极限状态，

承载能力极限状态基本表达式为： $\gamma_0 S \leq R$

正常使用极限状态基本表达式为： $S \leq C$

25. 受弯构件适筋梁从开始加荷至破坏，经历了哪几个阶段？各阶段的主要特征是什么？各个阶段是哪种极限状态的计算依据？

答：适筋受弯构件正截面工作分为三个阶段。



第 I 阶段荷载较小，梁基本上处于弹性工作阶段，随着荷载增加，弯矩加大，拉区边缘纤维混凝土表现出一定塑性性质。

第 II 阶段弯矩超过开裂弯矩  $M_{cr}$ ，梁出现裂缝，裂缝截面的混凝土退出工作，拉力由纵向受拉钢筋承担，随着弯矩的增加，受压区混凝土也表现出塑性性质，当梁处于第 II 阶段末 IIa 时，受拉钢筋开始屈服。

第 III 阶段钢筋屈服后，梁的刚度迅速下降，挠度急剧增大，中和轴不断上升，受压区高度不断减小。受拉钢筋应力不再增加，经过一个塑性转动构成，压区混凝土被压碎，构件丧失承载力。

第 I 阶段末的极限状态可作为其抗裂度计算的依据。

第 II 阶段可作为构件在使用阶段裂缝宽度和挠度计算的依据。

第 III 阶段末的极限状态可作为受弯构件正截面承载能力计算的依据。

26. 梁中哪些部位的纵向受拉钢筋允许截断？按弯矩图截断钢筋时，如何确定其实际截断点位置？

答：位于负弯矩区的纵向受拉钢筋允许截断。截断时，应满足自钢筋充分利用截面和理论截断点向外延伸一段规范规定的距离。

27. 小偏心受压构件正截面承载力计算时，为什么要进行“反向破坏”的验算？为什么对称配筋的小偏心受压构件破坏，可不作“反向破坏”的验算？

答：对小偏心受压构件，若  $N$  很大，偏心距  $e_0$  很小，而远离  $N$  的一侧钢筋数量又相对较少时，构件的破坏可能首先发生在远离  $N$  的一侧，称反向破坏。

对称配筋时，远离  $N$  的一侧钢筋的应力必然小于近  $N$  的一侧，不会先破坏，所以不作“反向破坏”的验算。

## 五、计算题（本大题共 3 小题，共 46 分。）

28. 解：  $h_0 = h - a_s = 500 - 40 = 460\text{mm}$

混凝土受压区高度

$$x = \frac{f_y A_s - f_y' A_s'}{\alpha_1 f_c b} = \frac{360 \times 1964 - 360 \times 1017}{14.3 \times 300} = 79.5\text{mm} < \xi_b h_0 = 0.518 \times 460 = 238.28\text{mm}$$

$x < 2a_s' = 80\text{mm}$ ，故对受压钢筋取矩，忽略混凝土贡献。

$$M_u = f_y A_s (h_0 - a_s')$$

$$= 360 \times 1964 (460 - 40)$$

$$= 296.96\text{kN}\cdot\text{m} > 280\text{kN}\cdot\text{m}$$

故截面安全。

29. 解：（1）验算最小配箍率

$$\rho_{sv,\min} = 0.24 \frac{f_t}{f_{yv}} = 0.24 \times 1.10 / 270 = 0.098\%$$

$$\text{今 } \rho_{sv} = \frac{A_{sv}}{bs} = (2 \times 28.3) / (200 \times 200) = 0.142\% \text{，大于最小配箍率。}$$

（2）计算抗剪承载力



$$h_w = h_0 = h - a_s = 400 - 40 = 360 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{a}{h_0} = \frac{1600}{360} = 4.44 > 3, \text{ 取 } \lambda = 3$$

$$V_u = 0.7f_tbh_0 + f_{yv} \frac{nA_{sv1}}{s} h_0 = \frac{1.75}{4} \times 1.10 \times 200 \times 360 + 270 \times \frac{2 \times 28.3}{200} \times 360 = 62.2 \text{ kN}$$

(3) 截面尺寸限制条件

$$h_w = h_0 = h - a_s = 400 - 40 = 360 \text{ mm}$$

$$\frac{h_w}{b} = 360/200 < 4$$

$$V_u \leq 0.25\beta_c f_c b h_0 = 0.25 \times 1.0 \times 9.6 \times 200 \times 360 = 172.8 \text{ kN}$$

满足截面尺寸要求。

(4) 计算可承受的 P

$$P = 2V_u = 2 \times 62.2 = 12.4 \text{ kN}$$

30. 解: (1) 二阶效应考虑

$$h_0 = h - a_s = 500 - 40 = 460 \text{ mm}$$

因为  $M_1 = M_2 = 250 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ,  $C_m = 1.0$

$$M = C_m \eta_{ns} M_2 = 1.0 \times 1.00 \times 250 = 250 \text{ kN} \cdot \text{m}, \text{ 取 } M = 250 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{250 \times 1000}{450} = 556 \text{ mm}$$

$$e_a = \max\left(20, \frac{500}{30}\right) = 20 \text{ mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 576 \text{ mm} > 0.3h_0 = 0.3 \times 460 = 138 \text{ mm}, \text{ 按大偏压计算。}$$

(2) 计算  $A'_s$

为充分利用混凝土, 取  $x = \xi_b h_0 = 0.518 \times 460 = 238.3 \text{ mm}$

$$e = e_i + 0.5h - a_s = 556 + 0.5 \times 500 - 40 = 716 \text{ mm}$$

由公式  $Ne = \alpha_1 f_c b x \left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + f'_y A'_s (h_0 - a'_s)$  知,

$$A'_s = \frac{Ne - \alpha_1 f_c b x \left(h_0 - \frac{x}{2}\right)}{f'_y (h_0 - a'_s)} = \frac{450 \times 1000 \times 716 - 1.0 \times 19.1 \times 350 \times 238.3 \left(460 - \frac{238.3}{2}\right)}{360 \times (460 - 40)} < 0$$

$$\text{取 } A'_s = \rho_{\min} b h = 0.002 b h = 0.002 \times 350 \times 500 = 350 \text{ mm}^2$$

(3) 重新计算  $x$

由公式  $Ne = \alpha_1 f_c b x \left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + f'_y A'_s (h_0 - a'_s)$  知,

$$\begin{aligned} x &= h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2[Ne - f'_y A'_s (h_0 - a'_s)]}{\alpha_1 f_c b}} \\ &= 460 - \sqrt{460^2 - \frac{2[450 \times 1000 \times 716 - 360 \times 350 \times (460 - 40)]}{1.0 \times 19.1 \times 350}} \end{aligned}$$

$$= 98 \text{ mm} < \xi_b h_0$$

$$x > 2a'_s = 80 \text{ mm}$$

(4) 计算  $A_s$



$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b x + f_y' A_s' - N}{f_y} = (1.0 \times 19.1 \times 350 \times 98 + 360 \times 350 - 450 \times 1000) / 360 = 920 \text{ mm}^2$$

$$> 0.002bh = 0.002 \times 350 \times 500 = 350 \text{ mm}^2$$

(5) 选择钢筋

受压钢筋选择 2 $\Phi$ 16 实配  $A_s' = 402 \text{ mm}^2$

受拉钢筋选择 3 $\Phi$ 20 实配  $A_s = 942 \text{ mm}^2$

$$\text{全部: } \rho = \frac{A_s' + A_s}{bh} = (402 + 942) / (350 \times 500) = 0.768\% > 0.55\% \quad \text{满足}$$

(5) 平面外轴心受压验算

$$\text{单侧: } A_s > A_s' > 0.2\%bh = 0.002 \times 400 \times 600 = 480 \text{ mm}^2 \quad \text{满足}$$

$$\text{全部: } \rho = \frac{A_s' + A_s}{bh} = (1140 + 2101) / (400 \times 600) = 1.35\% > 0.55\% \quad \text{同时不超过 3\%}$$

$$\frac{l_0}{b} = 9.3, \quad \varphi = 0.987, \quad N = 0.9\varphi [f_c A + f_y' (A_s' + A_s)] = 3573 \text{ kN} > N = 1000 \text{ kN} \quad \text{满足}$$





## 混凝土结构设计原理试卷 6 答案

### 一、单项选择题（本大题共 10 个小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1. (D) 2. (A) 3. (C) 4. (B) 5. (D) 6. (B) 7. (D) 8. (D) 9. (D) 10. (C)

### 二、填空题（本题共 8 个空，每空 3 分，共 24 分。）

11. 设计值；
12. 结构安全等级；
13. 箍筋；
14. 减小；
15. 短暂设计状况；
16. 0.79%；
17. 最小截面尺寸；
18. 大偏心受拉构件；

### 三、判断题（本大题共 5 小题，每小题 2 分，共 10 分。）

19. (×) 20. (×) 21. (×) 22. (×) 23. (√)

### 四、简答题（本大题共 4 小题，每小题 10 分，共 40 分。）

24. 为提高结构可靠度，结构设计时，从哪三方面给予保证？

答：(1) 结构重要性系数；(2) 荷载分项系数；(3) 材料的分项系数。

25. 梁上的斜裂缝如何形成？分为哪两类？发生在梁的什么区段内？

答：在主拉应力作用下，当拉应变达到混凝土的极限拉应变时，混凝土开裂，沿主压应力迹线形成斜裂缝。梁上斜裂缝分为弯剪斜裂缝和腹剪斜裂缝。斜裂缝发生在弯剪区段。

26. 偏心受压短柱和长柱有何本质的区别？设计时对长柱弯矩如何考虑？

答：(1) 偏心受压短柱和长柱有何本质的区别在于，长柱偏心受压后产生不可忽略的纵向弯曲，引起二阶弯矩。

(2) 引入截面偏心距调节系数和弯矩增大系数



27. 简述我国裂缝控制等级？

答：裂缝控制等级：

一级——正常使用阶段严格要求不出现裂缝的构件

二级——正常使用阶段一般要求不出现裂缝的构件

三级——正常使用阶段一允许出现裂缝的构件

## 五、计算题（本大题共 3 小题，共 46 分。）

28. 解：  $h_0 = h - a_s = 450 - 36 = 414\text{mm}$

混凝土受压区高度：

$$x = \frac{f_y A_s}{\alpha_1 f_c b} = \frac{360 \times 804}{14.3 \times 200} = 101.2\text{mm} < \xi_b h_0 = 0.518 \times 414 = 214.5\text{mm} \quad \text{满足}$$

验算配筋率

$$\rho = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{804}{200 \times 414} = 0.971\% > \rho_{\min} \cdot \frac{h}{h_0} = \max \left\{ 0.2 \quad 0.45 \frac{f_t}{f_y} \right\} \cdot \frac{h}{h_0} = 0.217\% \quad \text{满足}$$

计算最大受弯承载力

$$\begin{aligned} M_u &= \alpha_1 f_c b h_0 x (h_0 - 0.5x) \\ &= 1.0 \times 14.3 \times 200 \times 414 \times 101.2 (414 - 0.5 \times 101.2) \\ &= 105.39\text{kN}\cdot\text{m} > 105\text{kN}\cdot\text{m} \quad \text{安全} \end{aligned}$$

29. 解：（1）截面尺寸限制条件

$$h_w = h_0 = h - a_s = 400 - 40 = 360\text{mm}$$

$$\frac{h_w}{b} = 360/200 = 1.8 < 4$$

$$0.25 \beta_c f_c b h_0 = 0.25 \times 1.0 \times 14.3 \times 200 \times 360 = 257.4\text{kN} > V = 150\text{kN}$$

截面尺寸满足要求。

（2）判断是否只需要构造配筋

$$0.7 f_t b h_0 = 0.7 \times 1.43 \times 200 \times 360 = 72.1\text{kN} < V = 150\text{kN}$$

应该按照计算配置箍筋。

（3）计算箍筋间距

$$\frac{nA_{sv1}}{s} = \frac{V - 0.7 f_t b h_0}{f_{yv} h_0} = \frac{150 \times 10^3 - 72.1 \times 10^3}{270 \times 360} = 0.807\text{mm}^2/\text{mm}$$

选双肢箍，直径为 8mm，  $nA_{sv1} = 2 \times 50.3 = 100.6\text{mm}^2$

则，  $s \leq 157/1.11 = 125\text{mm}$  并且当  $V > 0.7 f_t b h_0$  时，为 200mm，

实际选用双肢箍  $\phi 8@120$ ，

（4）验算最小配箍率

$$\rho_{sv} = \frac{A_{sv}}{bs} = 100.6/(200 \times 120) = 0.419\% > \rho_{sv,\min} = 0.24 \frac{f_t}{f_{yv}} = 0.24 \times 1.43/270 = 0.127\%$$



满足要求。

30. 解：（1）最小配筋率验算

$$h_0 = h - a_s = 700 - 40 = 660 \text{ mm}$$

$$A_s = A'_s = 1520 \text{ mm}^2 > 0.002bh = 0.002 \times 500 \times 700 = 700 \text{ mm}^2$$

$$\text{全部: } \rho = \frac{A'_s + A_s}{bh} = (1520 + 1520) / (500 \times 700) = 0.87\% > 0.55\% \quad \text{满足}$$

（2）计算受压区高度

假设大偏压：

$$x = \frac{N}{\alpha_1 f_c b} = (500 \times 1000) / (1.0 \times 14.3 \times 500)$$

$$= 70 \text{ mm} < \xi_b h_0 = 0.518 \times 660 = 342 \text{ mm}$$

$$\text{且 } x < 2a'_s = 80 \text{ mm}$$

属于大偏心受压，但受压钢筋不屈服。

（3）计算偏心距

取  $x = 2a'_s = 80 \text{ mm}$ ，对受压钢筋合力作用点取矩

$$\text{由 } N(e_i - \frac{h}{2} + a'_s) = f_y A_s (h_0 - a'_s) \text{ 知}$$

$$e_i = \frac{f_y A_s (h_0 - a'_s)}{N} - a'_s + \frac{h}{2} = \frac{360 \times 1520 \times (660 - 40)}{500000} - 40 + 0.5 \times 700 = 989 \text{ mm}$$

$$e_a = \max(20, \frac{700}{30}) = 23 \text{ mm}$$

$$e_0 = e_i - e_a = 989 - 23 = 966 \text{ mm}$$

$$M = Ne_0 = 500 \times 0.966 = 483 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



## 混凝土结构设计原理试卷 7 答案

### 一、单项选择题（本大题共 10 个小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1. (D) 2. (D) 3. (C) 4. (C) 5. (C) 6. (D) 7. (C) 8. (A) 9. (D) 10. (C)

### 二、填空题（本题共 8 个空，每空 3 分，共 24 分。）

11. 1.0;
12. 第一阶段;
13. 正截面受弯;
14. 受拉钢筋和受压钢筋合力点范围以外;
15. 裂缝出齐后裂缝间距;
16. 剪力;
17. 冷弯性能;
18. C40;

### 三、判断题（本大题共 5 小题，每小题 2 分，共 10 分。）

19. (√) 20. (×) 21. (×) 22. (×) 23. (√)

### 四、简答题（本大题共 4 小题，每小题 10 分，共 40 分。）

24. 钢筋和混凝土能够共同工作的条件是什么？

(1) 钢筋与混凝土之间存在有良好的粘结力，能牢固地形成整体，保证在荷载作用下，钢筋和外围混凝土能够协调变形，共同受力。

(2) 钢筋和混凝土两种材料的温度线膨胀系数接近。

(3) 混凝土可以保护钢筋不被锈蚀。

25. 什么是混凝土的徐变？徐变对结构有何影响？

答：结构或材料承受的应力不变，而应变随时间增长的现象称为徐变；徐变对混凝土结构和构件的工作性能有很大的影响，由于混凝土的徐变，会使构件的变形增加，在钢筋混凝土截面中引起应力重分布。在预应力混凝土结构中会造成预应力损失。



26. 为什么要复核垂直于弯矩作用平面的受压承载力？用什么方法？

答：N 很大，偏心距较小，截面宽度又较小于截面高度 h 时，垂直于弯矩作用平面的受压承载力可能起控制作用，因此，要复核垂直于弯矩作用平面的受压承载力。按照轴心受压构件进行验算。

27. 预应力混凝土的张拉控制应力  $\sigma_{con}$  为何不能取的太高？

答：如果张拉控制应力  $\sigma_{con}$  取得太高，则可能引起构件的某些部位开裂或端部混凝土局部压坏。构件的延性降低。个别预应力的应力超过实际屈服强度。

## 五、计算题（本大题共 3 小题，共 46 分。）

28. 解：（1）计算正截面受弯承载力以及对应的最大 F

$$a_s = 20 + 8 + 22 + \frac{1}{2} \max \{25, d\} = 62.5 \text{ mm}$$

$$h_0 = h - a_s = 550 - 62.5 = 487.5 \text{ mm}$$

验算适用条件：

$$A_s = 2281 \text{ mm}^2 > \rho_{\min} b h = \max \left\{ 0.2 \quad 0.45 \frac{f_t}{f_y} \right\} b h = 0.2\% \times 1000 \times 100 = 200 \text{ mm}^2 \quad \text{满足}$$

$$x = \frac{f_y A_s}{\alpha_1 f_c b} = \frac{360 \times 2281}{1.0 \times 14.3 \times 220} = 261 \text{ mm} < \xi_b h_0 = 0.518 \times 487.5 = 253 \text{ mm} \quad \text{满足}$$

$$M_u = \alpha_1 f_c b x (h_0 - 0.5x) = 1.0 \times 14.3 \times 220 \times 261 \times (487.5 - 0.5 \times 261) = 286.983 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$M = 0.8F \leq M_u$ ，则正截面受弯能承受的最大集中 F=358.729 kN

（2）计算斜截面受剪承载力以及对应的最大 F

分为离左支座 1/3 跨度范围内（AB 段）和离左支座 1/3 范围以外（BC 段）来计算

验算配箍率

$$\rho_{sv} = \frac{A_{sv}}{b_s} = (2 \times 50.3) / (220 \times 150) = 0.305\% > \rho_{sv, \min} = 0.24 \frac{f_t}{f_{yv}} = 0.24 \times 1.43 / 270 = 0.127\% \text{ 满足}$$

验算截面尺寸

$$h_w = h_0 = 487.5 \text{ mm}, \quad \frac{h_w}{b} = 487.5 / 220 < 4$$

$0.25 \beta_c f_c b h_0 = 0.25 \times 1.0 \times 14.3 \times 220 \times 487.5 = 383.419 \text{ kN}$  要求 AB 段和 BC 段的受剪承载力不能超过截面尺寸要求。

$$\text{AB 段: } 1 < \lambda = \frac{a}{h_0} = \frac{1200}{487.5} = 2.46 < 3$$

$$V_u = \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{n A_{sv1}}{s} h_0 = \frac{1.75}{2.46 + 1} \times 1.43 \times 220 \times 487.5 + 270 \times \frac{2 \times 50.3}{150} \times 487.5$$



=165.824 kN

AB 段剪力  $V = \frac{2}{3}F \leq V_u$  可求得 AB 段斜截面承载力能承受的最大集中  $F=248.77$  kN

CD 段:  $\lambda = \frac{a}{h_0} = \frac{2400}{487.5} = 4.92 > 3$ , 取  $\lambda = 3$

$$V_u = \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{n A_{sv1}}{s} h_0 = \frac{1.75}{3+1} \times 1.43 \times 220 \times 487.5 + 270 \times \frac{2 \times 50.3}{150} \times 487.5$$

=155.375 kN

BC 段剪力  $V = \frac{1}{3}F \leq V_u$ , 可求得 AB 段斜截面承载力能承受的最大集中  $F=466.124$  kN

综上计算可知, 该梁首先会发生斜截面破坏, 并且发生在 AB 段。

29. 解: (1) 初步判断大小偏心

$$h_0 = h - a_s = 400 - 40 = 360 \text{ mm}$$

$$e_0 = M/N = 259 \times 10^3 / 300 = 863 \text{ mm}$$

$$e_a = \max \left\{ \frac{h}{30}, 20 \right\} = 20 \text{ mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 863 + 20 = 883 \text{ mm} > 0.3h_0 = 0.3 \times 360 = 108 \text{ mm}$$

可先照大偏心受压计算。

(2) 计算  $A'_s$

为充分利用混凝土, 令  $\xi = \xi_b$

$$e = e_i + \frac{h}{2} - a_s = 883 + 400/2 - 40 = 1043 \text{ mm}$$

$$A'_s = \frac{Ne - \alpha_1 f_c b h_0^2 (1 - 0.5 \xi_b)}{f_y (h_0 - a'_s)}$$

$$= \frac{300 \times 10^3 \times 1043 - 9.6 \times 300 \times 360^2 \times (1 - 0.55/2)}{300 \times (360 - 40)}$$

$$= 441 \text{ mm}^2 > \rho_{\min} b h = 0.002 \times 300 \times 400 = 240 \text{ mm}^2$$

一侧最小配筋率满足要求。

(3) 计算  $A_s$

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b \xi_b h_0 + f_y A'_s - N}{f_y} = \frac{9.6 \times 300 \times 0.55 \times 360 + 300 \times 441 - 300 \times 10^3}{300}$$

$$= 1342 \text{ mm}^2 > \rho_{\min} b h = 240 \text{ mm}^2$$

(4) 选择钢筋

受压钢筋选择 2 $\Phi$ 18 实配  $A'_s = 509 \text{ mm}^2$

受拉钢筋选择 2 $\Phi$ 22+2 $\Phi$ 20 (1 排) 实配  $A_s = 1388 \text{ mm}^2$

全部:  $\rho = \frac{A'_s + A_s}{bh} = (509 + 1388) / (400 \times 300) = 1.58\% > 0.55\%$  满足



(5) 平面外轴心受压验算

单侧:  $A_s > A'_s > 0.2\%bh = 0.002 \times 300 \times 400 = 280\text{mm}^2$  满足

全部:  $\rho = \frac{A'_s + A_s}{bh} = \frac{509 + 1388}{400 \times 300} = 1.58\% > 0.55\%$

同时不超过 3% 用毛截面计算受压承载力

$$N_u = 0.9\varphi [f_c A + f_y (A_s + A'_s)] = 0.9 \times 1 \times [9.6 \times 300 \times 400 + 300 \times (509 + 1388)]$$

$$= 620\text{kN} > N = 300\text{kN} \quad \text{满足要求。}$$

30. 解: (1)  $a_s = a'_s = 45\text{mm}$ ,  $h_0 = h - a_s = 600 - 45 = 555\text{mm}$

(2) 判断是否考虑附加弯矩  $\frac{M_1}{M_2} = \frac{540}{560} = 0.964 > 0.9$

(3) 计算弯矩设计值

$$C_m = 0.7 + 0.3 \frac{M_1}{M_2} = 0.7 + 0.3 \times 0.964 = 0.989$$

$$M = C_m \eta_{ns} M_2 = 0.989 \times 1.1 \times 560 = 609.28\text{KN} \cdot \text{m}$$

(4) 判断偏压类型

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{609.28 \times 10^6}{1800 \times 10^3} = 338\text{mm}; \quad e_i = e_0 + e_a = 338 + 22 = 360\text{mm}$$

$$e = e_i + \frac{h}{2} - \alpha_s = 360 + 300 - 45 = 615\text{mm}$$

$$\xi = \frac{N}{\alpha_1 f_c b h_0} = \frac{1800 \times 10^3}{14.3 \times 600 \times 555} = 0.378 < \xi_b = 0.518$$

$$\xi > \frac{2a'_s}{h_0} = 0.162 \quad \text{按大偏心受压构件计算}$$

(5) 计算钢筋面积

$$A_s = A'_s = \frac{Ne - \alpha_1 f_c b h_0^2 \xi (1 - 0.5\xi)}{f_y (h_0 - a'_s)}$$

$$= \frac{1800 \times 10^3 \times 615 - 14.3 \times 600 \times 555^2 \times 0.378 (1 - 0.5 \times 0.378)}{360 \times (555 - 45)} = 1616\text{mm}^2 > 0.002bh = 720\text{mm}^2$$

(6) 选钢筋:

每边选 2 $\Phi$ 25 及 2 $\Phi$ 20 ( $A_s = A'_s = 1610\text{mm}^2$ ),

全部钢筋配筋率:  $\rho = \frac{A_s + A'_s}{bh} = \frac{2 \times 1610}{600 \times 600} = 0.89\% > 0.6\%$  满足



## 混凝土结构设计原理试卷 8 答案

### 一、单项选择题（本大题共 10 个小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1. (D) 2. (D) 3. (C) 4. (C) 5. (C) 6. (D) 7. (C) 8. (A) 9. (D) 10. (C)

### 二、填空题（本题共 8 个空，每空 3 分，共 24 分。）

11. 1.0;
12. 第一阶段;
13. 正截面受弯;
14. 受拉钢筋和受压钢筋合力点范围以外;
15. 裂缝出齐后裂缝间距;
16. 剪力;
17. 冷弯性能;
18. C40;

### 三、判断题（本大题共 5 小题，每小题 2 分，共 10 分。）

19. (√) 20. (×) 21. (×) 22. (×) 23. (√)

### 四、简答题（本大题共 4 小题，每小题 10 分，共 40 分。）

24. 钢筋和混凝土能够共同工作的条件是什么？

(1) 钢筋与混凝土之间存在有良好的粘结力，能牢固地形成整体，保证在荷载作用下，钢筋和外围混凝土能够协调变形，共同受力。

(2) 钢筋和混凝土两种材料的温度线膨胀系数接近。

(3) 混凝土可以保护钢筋不被锈蚀。

25. 什么是混凝土的徐变？徐变对结构有何影响？

答：结构或材料承受的应力不变，而应变随时间增长的现象称为徐变；徐变对混凝土结构和构件的工作性能有很大的影响，由于混凝土的徐变，会使构件的变形增加，在钢筋混凝土截面中引起应力重分布。在预应力混凝土结构中会造成预应力损失。





26. 为什么要复核垂直于弯矩作用平面的受压承载力? 用什么方法?

答:  $N$  很大, 偏心距较小, 截面宽度又较小于截面高度  $h$  时, 垂直于弯矩作用平面的受压承载力可能起控制作用, 因此, 要复核垂直于弯矩作用平面的受压承载力。按照轴心受压构件进行验算。

27. 预应力混凝土的张拉控制应力  $\sigma_{con}$  为何不能取的太高?

答: 如果张拉控制应力  $\sigma_{con}$  取得太高, 则可能引起构件的某些部位开裂或端部混凝土局部压坏。构件的延性降低。个别预应力的应力超过实际屈服强度。

## 五、计算题 (本大题共 3 小题, 共 46 分。)

28. 解: (1) 计算正截面受弯承载力以及对应的最大  $F$

$$a_s = 20 + 8 + 22 + \frac{1}{2} \max \{25, d\} = 62.5 \text{ mm}$$

$$h_0 = h - a_s = 550 - 62.5 = 487.5 \text{ mm}$$

验算适用条件:

$$A_s = 2281 \text{ mm}^2 > \rho_{\min} b h = \max \left\{ 0.2 \quad 0.45 \frac{f_t}{f_y} \right\} b h = 0.2\% \times 1000 \times 100 = 200 \text{ mm}^2 \quad \text{满足}$$

$$x = \frac{f_y A_s}{\alpha_1 f_c b} = \frac{360 \times 2281}{1.0 \times 14.3 \times 220} = 261 \text{ mm} < \xi_b h_0 = 0.518 \times 487.5 = 253 \text{ mm} \quad \text{满足}$$

$$M_u = \alpha_1 f_c b x (h_0 - 0.5x) = 1.0 \times 14.3 \times 220 \times 261 \times (487.5 - 0.5 \times 261) = 286.983 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$M = 0.8F \leq M_u$ , 则正截面受弯能承受的最大集中  $F = 358.729 \text{ kN}$

(2) 计算斜截面受剪承载力以及对应的最大  $F$

分为离左支座  $1/3$  跨度范围内 (AB 段) 和离左支座  $1/3$  范围以外 (BC 段) 来计算

验算配箍率

$$\rho_{sv} = \frac{A_{sv}}{b_s} = (2 \times 50.3) / (220 \times 150) = 0.305\% > \rho_{sv, \min} = 0.24 \frac{f_t}{f_{yv}} = 0.24 \times 1.43 / 270 = 0.127\% \text{ 满足}$$

验算截面尺寸

$$h_w = h_0 = 487.5 \text{ mm}, \quad \frac{h_w}{b} = 487.5 / 220 < 4$$

$0.25 \beta_c f_c b h_0 = 0.25 \times 1.0 \times 14.3 \times 220 \times 487.5 = 383.419 \text{ kN}$  要求 AB 段和 BC 段的受剪承载力不能超过截面尺寸要求。

$$\text{AB 段: } 1 < \lambda = \frac{a}{h_0} = \frac{1200}{487.5} = 2.46 < 3$$

$$V_u = \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{n A_{sv1}}{s} h_0 = \frac{1.75}{2.46 + 1} \times 1.43 \times 220 \times 487.5 + 270 \times \frac{2 \times 50.3}{150} \times 487.5$$



=165.824 kN

AB 段剪力  $V = \frac{2}{3}F \leq V_u$  可求得 AB 段斜截面承载力能承受的最大集中  $F=248.77$  kN

CD 段:  $\lambda = \frac{a}{h_0} = \frac{2400}{487.5} = 4.92 > 3$ , 取  $\lambda = 3$

$$V_u = \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{n A_{sv1}}{s} h_0 = \frac{1.75}{3+1} \times 1.43 \times 220 \times 487.5 + 270 \times \frac{2 \times 50.3}{150} \times 487.5$$

=155.375 kN

BC 段剪力  $V = \frac{1}{3}F \leq V_u$ , 可求得 AB 段斜截面承载力能承受的最大集中  $F=466.124$  kN

综上计算可知, 该梁首先会发生斜截面破坏, 并且发生在 AB 段。

29. 解: (1) 初步判断大小偏心

$$h_0 = h - a_s = 400 - 40 = 360 \text{ mm}$$

$$e_0 = M/N = 259 \times 10^3 / 300 = 863 \text{ mm}$$

$$e_a = \max \left\{ \frac{h}{30}, 20 \right\} = 20 \text{ mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 863 + 20 = 883 \text{ mm} > 0.3h_0 = 0.3 \times 360 = 108 \text{ mm}$$

可先照大偏心受压计算。

(2) 计算  $A'_s$

为充分利用混凝土, 令  $\xi = \xi_b$

$$e = e_i + \frac{h}{2} - a_s = 883 + 400/2 - 40 = 1043 \text{ mm}$$

$$A'_s = \frac{Ne - \alpha_1 f_c b h_0^2 (1 - 0.5\xi_b)}{f_y (h_0 - a'_s)}$$

$$= \frac{300 \times 10^3 \times 1043 - 9.6 \times 300 \times 360^2 \times (1 - 0.55/2)}{300 \times (360 - 40)}$$

$$= 441 \text{ mm}^2 > \rho_{\min} b h = 0.002 \times 300 \times 400 = 240 \text{ mm}^2$$

一侧最小配筋率满足要求。

(3) 计算  $A_s$

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b \xi_b h_0 + f_y A'_s - N}{f_y} = \frac{9.6 \times 300 \times 0.55 \times 360 + 300 \times 441 - 300 \times 10^3}{300}$$

$$= 1342 \text{ mm}^2 > \rho_{\min} b h = 240 \text{ mm}^2$$

(4) 选择钢筋

受压钢筋选择 2 $\Phi$ 18 实配  $A'_s = 509 \text{ mm}^2$

受拉钢筋选择 2 $\Phi$ 22+2 $\Phi$ 20 (1 排) 实配  $A_s = 1388 \text{ mm}^2$

全部:  $\rho = \frac{A'_s + A_s}{bh} = (509 + 1388) / (400 \times 400) = 1.58\% > 0.55\%$  满足



(5) 平面外轴心受压验算

单侧:  $A_s > A'_s > 0.2\%bh = 0.002 \times 300 \times 400 = 280\text{mm}^2$  满足

全部:  $\rho = \frac{A'_s + A_s}{bh} = \frac{509 + 1388}{400 \times 300} = 1.58\% > 0.55\%$

同时不超过 3% 用毛截面计算受压承载力

$$N_u = 0.9\varphi [f_c A + f_y (A_s + A'_s)] = 0.9 \times 1 \times [9.6 \times 300 \times 400 + 300 \times (509 + 1388)]$$

$$= 620\text{kN} > N = 300\text{kN} \quad \text{满足要求。}$$

30. 解: (1)  $a_s = a'_s = 45\text{mm}$ ,  $h_0 = h - a_s = 600 - 45 = 555\text{mm}$

(2) 判断是否考虑附加弯矩  $\frac{M_1}{M_2} = \frac{540}{560} = 0.964 > 0.9$

(3) 计算弯矩设计值

$$C_m = 0.7 + 0.3 \frac{M_1}{M_2} = 0.7 + 0.3 \times 0.964 = 0.989$$

$$M = C_m \eta_{ns} M_2 = 0.989 \times 1.1 \times 560 = 609.28\text{KN} \cdot \text{m}$$

(4) 判断偏压类型

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{609.28 \times 10^6}{1800 \times 10^3} = 338\text{mm}; \quad e_i = e_0 + e_a = 338 + 22 = 360\text{mm}$$

$$e = e_i + \frac{h}{2} - \alpha_s = 360 + 300 - 45 = 615\text{mm}$$

$$\xi = \frac{N}{\alpha_1 f_c b h_0} = \frac{1800 \times 10^3}{14.3 \times 600 \times 555} = 0.378 < \xi_b = 0.518$$

$$\xi > \frac{2a'_s}{h_0} = 0.162 \quad \text{按大偏心受压构件计算}$$

(5) 计算钢筋面积

$$A_s = A'_s = \frac{Ne - \alpha_1 f_c b h_0^2 \xi (1 - 0.5\xi)}{f_y (h_0 - a'_s)}$$

$$= \frac{1800 \times 10^3 \times 615 - 14.3 \times 600 \times 555^2 \times 0.378 (1 - 0.5 \times 0.378)}{360 \times (555 - 45)} = 1616\text{mm}^2 > 0.002bh = 720\text{mm}^2$$

(6) 选钢筋:

每边选 2 $\Phi$ 25 及 2 $\Phi$ 20 ( $A_s = A'_s = 1610\text{mm}^2$ ),

全部钢筋配筋率:  $\rho = \frac{A_s + A'_s}{bh} = \frac{2 \times 1610}{600 \times 600} = 0.89\% > 0.6\%$  满足



## 混凝土结构设计原理试卷 9 答案

### 一、单项选择题（本大题共 10 个小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1. (C) 2. (D) 3. (C) 4. (A) 5. (A) 6. (D) 7. (C) 8. (A) 9. (B) 10. (D)

### 二、填空题（本题共 8 个空，每空 3 分，共 24 分。）

11. 很小；
12. 总剪力的 75%；
13.  $P-\Delta$ ；
14. 适用性、耐久性；
15. 先张法；
16. 可靠度分析；
17. 颈缩阶段；
18. 纵向弯曲；

### 三、判断题（本大题共 5 小题，每小题 2 分，共 10 分。）

19. (×) 20. (√) 21. (√) 22. (×) 23. (√)

### 四、简答题（本大题共 4 小题，每小题 10 分，共 40 分。）

24. 钢筋混凝土构件正截面承载力计算的基本假定是什么？

答：（1）平截面假定，即正截面的应变按线性规律分布；

（2）截面受拉区的拉力全部由钢筋承担，不考虑混凝土的抗拉作用；

（3）混凝土受压的应力-应变关系由抛物线上升段和水平段两部分组成；

（4）纵向受拉钢筋的极限拉应变为 0.01；

（5）纵向钢筋的应力取钢筋应变与其弹性模量的乘积，其绝对值不应大于相应的强度设计值。

25. 钢筋混凝土构件由荷载直接作用所产生的裂缝宽度的主要影响因素有哪些？

答：（1）受拉区纵向钢筋的应力；（2）受拉区纵向钢筋直径；（3）受拉区纵向钢筋表面形状；



受拉区纵向钢筋相对于有效受拉混凝土截面的配筋率；(5) 受拉区纵向钢筋的混凝土保护层厚度；(6) 荷载性质。

26. 斜截面抗剪承载力计算时，斜压、斜拉、剪压都是脆性破坏，为何最终以剪压破坏为依据建立计算公式？

答：由于斜拉破坏时，斜裂缝一旦出现抗剪腹筋马上屈服，斜截面抗剪承载力接近于无腹筋梁斜裂缝产生时的抗剪承载力，配置的抗剪筋未发挥作用，不经济。斜压破坏时，与斜裂缝相交的抗剪腹筋未屈服，剪压区混凝土先压碎，虽然斜截面抗剪承载力较高，抗剪筋未得到充分利用，也不经济。剪压破坏时，与斜裂缝相交的抗剪腹筋先屈服，随后剪压区混凝土压碎，钢筋和混凝土都得到充分利用，所以斜截面抗剪承载力计算公式依据剪压破坏时的受力特征建立更为合理。

27. 试说明为什么大、小偏心受拉构件的区分只与轴向力的作用位置有关，与配筋率无关？

答：大、小偏心受拉构件的区分，与偏心受压构件不同，它是以到达正截面承载力极限状态时，截面上是否存在有受压区来划分的。当纵向拉力作用  $N$  于  $A'_s$  与  $A_s$  之间时，受拉区混凝土开裂后，拉力由纵向钢筋  $A_s$  负担，而  $A'_s$  位于  $N$  的外侧，由力的平衡可知，截面上将不可能再存在有受压区，纵向钢筋  $A'_s$  受拉。因此，只要  $N$  作用在  $A'_s$  与  $A_s$  之间，与偏心距大小及配筋率无关，均为全截面受拉的小偏心受拉构件。当纵向拉力作用  $N$  于  $A'_s$  与  $A_s$  间距之外，部分截面受拉，部分受压。拉区混凝土开裂后，由平衡关系可知，与  $A_s$  的配筋率无关，截面必须保留有受压区， $A'_s$  受压为大偏心受拉构件。

## 五、计算题（本大题共 3 小题，共 46 分。）

28. 解：控制截面为根部，以根部作为研究对象。

$$h_0 = h - a_s = 100 - 30 = 70 \text{ mm}$$

$$\alpha_s = \frac{M}{\alpha_1 f_c b h_0^2} = \frac{3 \times 10^6}{1.0 \times 14.3 \times 1000 \times 70^2} = 0.043$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 0.044 < \xi_b = 0.55$$

$$\gamma_s = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s}}{2} = 0.978$$

$$A_s = \frac{M}{f_y \gamma_s h_0} = \frac{3 \times 10^6}{300 \times 0.978 \times 70} = 146 \text{ mm}^2$$

选用  $\ominus 6@180$ ,  $A_s = 149 \text{ mm}^2$

验算适用条件

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 0.044 < \xi_b = 0.55 \quad \text{已满足}$$

$$A_s < \rho_{\min} b h = \max \left\{ 0.2 \quad 0.45 \frac{f_t}{f_y} \right\} b h = 0.215\% \times 1000 \times 100 = 215 \text{ mm}^2 \quad \text{不满足。}$$

按最小面积进行配置，选用  $\ominus 6@130$ ,  $A_s = 218 \text{ mm}^2$



分布钢筋选用  $\ominus 6@180$ ，面积为  $157\text{mm}^2$ ，同时大于  $0.15\%bh$  和  $15\%A_s$  的要求。

29. 解：（1）验算最小配箍率

$$\rho_{sv,\min} = 0.24 \frac{f_t}{f_{yv}} = 0.24 \times 1.43 / 270 = 0.127\%$$

$$\rho_{sv} = \frac{A_{sv}}{b_s} = (2 \times 78.5) / (250 \times 120) = 0.523\% \text{，大于最小配箍率。}$$

（2）计算抗剪承载力

$$h_0 = h - a_s = 700 - 65 = 635\text{mm}$$

$$V = 0.7 f_t b h_0 + f_{yv} \frac{n A_{sv1}}{s} h_0 = 0.7 \times 1.43 \times 250 \times 635 + 270 \times \frac{2 \times 78.5}{120} \times 635 = 383.2\text{kN}$$

（3）截面尺寸限制条件

$$h_w = h_0 - h_f' = 635 - 150 = 485\text{mm}$$

$$\frac{h_w}{b} = 485 / 250 < 4$$

$$0.25 \beta_c f_c b h_0 = 0.25 \times 1.0 \times 14.3 \times 250 \times 635 = 567.5\text{kN} > V = 383.2\text{kN}$$

截面尺寸满足要求。

30. 解：（1）计算受压区高度

$$h_0 = h - a_s = 600 - 40 = 560\text{mm}$$

$$x = \frac{N}{\alpha_1 f_c b} = (500 \times 1000) / (1.0 \times 19.1 \times 400) = 65\text{mm}$$

$$x < \xi_b h_0 = 0.518 \times 560 = 290\text{mm}$$

$$x < 2a_s' = 80\text{mm}$$

故为大偏心受压构件，但受压钢筋不屈服。

（2）计算  $A_s$ 、 $A_s'$

$$M = C_m \eta_{ns} M_2 = 1 \times 1.02 \times 400 = 408\text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = 408 \times 1000 / 500 = 816\text{mm}$$

$$e_a = \max(20, \frac{600}{30}) = 20\text{mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 836\text{mm}$$

不考虑混凝土作用

$$A_s = A_s' = \frac{N(e_i - \frac{h}{2} + a_s')}{f_y(h_0 - a_s')} = \frac{500 \times 1000 \times (836 - 0.5 \times 600 + 40)}{360 \times (560 - 40)} = 1538\text{mm}^2$$

选为  $4\Phi 22$  实配面积为  $1520\text{mm}^2$

（3）验算最小配筋率

$$\text{单侧： } A_s' = A_s = 1520\text{mm}^2 > 0.2\%bh = 0.2\% \times 400 \times 600 = 480\text{mm}^2 \quad \text{满足}$$

$$\text{全部： } \rho = \frac{A_s' + A_s}{bh} = 1520 \times 2 / (400 \times 600) = 1.27\% > 0.55\% \quad \text{满足}$$



## 混凝土结构设计原理试卷 10 答案

### 一、单项选择题（本大题共 10 个小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1、(C) 2、(B) 3、(B) 4、(D) 5、(A) 6、(D) 7、(C) 8、(B) 9、(A) 10、(C)

### 二、填空题（本题共 8 个空，每空 3 分，共 24 分。）

- 11、乘以；
- 12、低于；
- 13、跨中正截面破坏；
- 14、承载能力；
- 15、钢筋；
- 16、频遇值；
- 17、封闭；
- 18、受拉钢筋屈服的同时，受压区混凝土达到极限压应变被压碎；

### 三、判断题（本大题共 5 小题，每小题 2 分，共 10 分。）

19、(√) 20、(√) 21、(√) 22、(×) 23、(×)

### 四、简答题（本大题共 4 小题，每小题 10 分，共 40 分。）

24、什么是结构的“设计基准期”？我国的结构设计基准期规定的年限多长？

答：设计基准期是为确定可变作用及与时间有关材料性能取值而选用的时间参数，它不同于设计使用年限。我国规定为 50 年。

25、计算斜截面受剪承载力时应取哪些截面作为计算截面？

答：支座边缘处截面；受拉钢筋弯起点处截面；箍筋间距或截面面积改变处截面；腹板宽度改变处剪力。

26、试述混凝土碳化的机理及提高抗碳化能力的主要措施有哪些？

答：机理：大气中  $\text{CO}_2$  与混凝土中碱性物质  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  发生反应，生成碳酸钙，使混凝土的 PH 值降低。措施包括：





- (1) 合理的混凝土配合比；(2) 限制水泥的最低用量；(3) 合理掺合料；  
 (4) 保证混凝土保护层的最小厚度；(5) 保证施工质量，提高混凝土密实性；  
 (6) 使用覆盖面层（水泥砂浆或涂料等）。

27、钢筋与混凝土间粘结力主要由哪些力组成？

答：(1) 混凝土中水泥凝胶体与钢筋表面的化学胶着力；(2) 钢筋与混凝土接触面间的摩擦力；(3) 钢筋表面粗糙不平的机械咬合力。

## 五、计算题（本大题共 3 小题，共 46 分。）

28、解：板取单位宽度进行计算

$$h_0 = h - a_s = 100 - 20 = 80\text{mm}$$

$$\alpha_s = \frac{M}{\alpha_1 f_c b h_0^2} = \frac{14.5 \times 10^6}{1.0 \times 14.3 \times 1000 \times 80^2} = 0.159$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 0.174 < \xi_b = 0.55$$

$$\gamma_s = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s}}{2} = 0.913$$

$$A_s = \frac{M}{f_y \gamma_s h_0} = \frac{14.5 \times 10^6}{360 \times 0.913 \times 80} = 662\text{mm}^2$$

选用  $\ominus 10@120$ ， $A_s = 654\text{mm}^2$

分布钢筋选用  $\ominus 6@180$ ，面积为  $157\text{mm}^2$ ，同时大于  $0.15\%bh$  和  $15\%A_s$  的要求。

验算适用条件：

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 0.174 < \xi_b = 0.55 \quad \text{已满足}$$

$$\rho = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{654}{1000 \times 80} = 0.818\% > \rho_{\min} \cdot \frac{h}{h_0} = \max \left\{ 0.2 \quad 0.45 \frac{f_t}{f_y} \right\} \cdot \frac{h}{h_0} = 0.27\% \quad \text{满足。}$$

29、解：(1) 截面尺寸限制条件

$$h_w = h_0 = h - a_s = 600 - 40 = 560\text{mm}$$

$$\frac{h_w}{b} = 560/300 < 4$$

$$0.25 \beta_c f_c b h_0 = 0.25 \times 1.0 \times 14.3 \times 300 \times 560 = 600.6\text{kN} > V = 100\text{kN}$$

截面尺寸满足要求。

(2) 判断是否只需要构造配筋

$$0.7 f_t b h_0 = 0.7 \times 1.43 \times 300 \times 560 = 168.2\text{kN} > V = 100\text{kN}$$

按照构造配置箍筋。最终配置双肢箍筋  $\phi 10@350$ 。

30、解： $h_0 = h - a_s = 400 - 40 = 360\text{mm}$





$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{95000}{420} = 226\text{mm} > 0.5h - a_s = 160\text{mm}, \text{ 大偏心受拉。}$$

$$e = e_0 - \frac{h}{2} + a_s = 226 - 200 + 40 = 66\text{mm}$$

为充分利用混凝土受压, 取  $x = \xi_b h_0 = 0.550 \times 360 = 198\text{mm}$

由公式  $Ne = \alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + f_y' A_s' (h_0 - a_s')$  知,

$$A_s' = \frac{Ne - \alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right)}{f_y' (h_0 - a_s')} = \frac{420 \times 1000 \times 66 - 1.0 \times 11.9 \times 200 \times 198 \left( 360 - \frac{198}{2} \right)}{300 \times (360 - 40)} < 0$$

取  $A_s' = \rho_{\min} b h = > 0.002 b h = 0.002 \times 200 \times 400 = 160\text{mm}^2$

取受压钢筋为  $2 \Phi 10$ ,  $A_s' = 157\text{mm}^2$

重新计算  $x$

由公式  $Ne = \alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + f_y' A_s' (h_0 - a_s')$  知,

$$x = h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2[Ne - f_y' A_s' (h_0 - a_s')]}{\alpha_1 f_c b}}$$

$$= 360 - \sqrt{360^2 - \frac{2[420 \times 1000 \times 66 - 300 \times 157 \times (360 - 40)]}{1.0 \times 11.9 \times 200}}$$

$$= 15\text{mm} < \xi_b h_0$$

$$x < 2a_s' = 80\text{mm}$$

故受压钢筋不屈服。

(1) 不考虑混凝土作用

$$A_s = \frac{N(e_0 + \frac{h}{2} + a_s')}{f_y (h_0 - a_s')} = \frac{420 \times 1000 \times (226 + 200 - 40)}{300 \times (360 - 40)} = 1689\text{mm}^2$$

(2) 不考虑受压区钢筋作用

代入力矩平衡方程  $Ne = \alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right)$

$$x = h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2Ne}{\alpha_1 f_c b}} = 360 - \sqrt{360^2 - \frac{2 \times 420 \times 1000 \times 66}{1.0 \times 11.9 \times 200}} = 0.625\text{mm}$$

$$A_s = \frac{N + \alpha_1 f_c b x}{f_y} = \frac{420 \times 1000 + 1.0 \times 11.9 \times 200 \times 0.625}{300} = 1404\text{mm}^2$$

取以上两情况中较小的值,  $A_s = 1404\text{mm}^2 > \rho_{\min} b h = 0.2\% \times 200 \times 400 = 160\text{mm}^2$

选为  $3 \Phi 25$  实配面积为  $14739\text{mm}^2$



## 混凝土结构设计原理试卷 11 答案

### 一、单项选择题（本大题共 10 个小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1、(C) 2、(A) 3、(A) 4、(D) 5、(C) 6、(B) 7、(C) 8、(A) 9、(C) 10、(D)

### 二、填空题（本题共 8 个空，每空 3 分，共 24 分。）

- 11、提高钢筋的强度；
- 12、正常使用极限状态；
- 13、腹剪斜裂缝；
- 14、小；
- 15、小于；
- 16、斜截面破坏；
- 17、原点弹性模量；
- 18、最大弯矩截面；

### 三、判断题（本大题共 5 小题，每小题 2 分，共 10 分。）

19、(√) 20、(×) 21、(√) 22、(×) 23、(√)

### 四、简答题（本大题共 4 小题，每小题 10 分，共 40 分。）

24、钢筋混凝土结构对钢筋的性能有哪些要求？

答：1) 钢筋的强度必须能保证安全使用；2) 钢筋具有一定的塑性；3) 钢筋的可焊性较好；4) 钢筋与混凝土之间有足够的粘结力；5) 良好的机械连接性能；6) 施工适用性。

25、影响梁斜截面受剪承载力的因素有哪些？

答：(1) 剪跨比；(2) 混凝土的强度；(3) 箍筋的配筋率；(4) 纵筋配筋率；(5) 斜截面上的骨料咬合力；(6) 截面形状和尺寸。

26、为什么结构设计时要对裂缝宽度进行控制？

答：过大的裂缝会引起混凝土中钢筋的严重锈蚀，降低结构的耐久性；同时会损坏结构的外观，影响使用者的使用。因此，结构构件设计时应应对裂缝宽度进行控制。



27、减小混凝土受弯构件变形的因素有哪些？

答：（1）增大梁的截面高度；（2）提高混凝土的强度等级；（3）增加配筋率；（4）梁板现浇成 T 形截面；（5）采用预应力混凝土。

## 五、计算题（本大题共 3 小题，共 46 分。）

28、解：（1）计算截面有效高度  $h_0$   $h_0 = h - a_s = 500 - 35 = 465\text{mm}$

（2）计算最小配筋率  $\rho_{\min}$   $0.45 \frac{f_t}{f_y} = 0.45 \times \frac{1.43}{360} = 0.18\% < 0.2\%$ ，则  $\rho_{\min} = 0.2\%$

（3）验算配筋率  $A_s = 1018\text{mm}^2 > \rho_{\min}bh = 0.2\% \times 250 \times 500 = 250\text{mm}^2$

（4）计算受压区高度  $x$   $x = \frac{f_y A_s}{\alpha_1 f_c b} = \frac{360 \times 1018}{1.0 \times 14.3 \times 250} = 102.52\text{mm}$

（5）验算是否超筋  $x = 102.52\text{mm} < \xi_b h_0 = 0.518 \times 465 = 240.87\text{mm}$

（6）计算截面所能承受的弯矩值

$$M_u = \alpha_1 f_c b x (h_0 - x/2) = 1.0 \times 14.3 \times 250 \times 102.52 \times (465 - 0.5 \times 102.52) = 151.64\text{kN} \cdot \text{m}$$

$M = 110\text{kN} \cdot \text{m} < M_u = 151.64\text{kN} \cdot \text{m}$ ，结构安全。

29、解：配筋率验算： $\rho' = \frac{A'_s}{A} = \frac{2513}{350 \times 350} = 2.1\%$   $\left\{ \begin{array}{l} > \rho'_{\min} = 0.55\% \\ \leq 3\% \end{array} \right.$  不需要扣除钢筋面积，

对称配筋截面每一侧配筋率也满足 0.2% 的构造要求。

由  $l_0 / b = 3500 / 350 = 10$ ，查表得  $\varphi = 0.98$

$$N_u = 0.9\varphi(f_c A + f'_y A'_s) = 0.9 \times 0.98 \times (14.3 \times 350^2 + 360 \times 2513) = 2343\text{kN} > N = 2300\text{kN}$$

承载力满足要求。

30、解：（1）初步判断偏压类型

$$h_0 = h - a_s = 500 - 40 = 460\text{mm}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = 200\text{mm}; \quad e_a = \max(20, \frac{500}{30}) = 20\text{mm}$$

$e_i = e_0 + e_a = 220\text{mm} > 0.3h_0 = 0.3 \times 460 = 138\text{mm}$ ，可先按大偏压计算。

（2）计算受压钢筋

$$e = e_i + 0.5h - a_s = 220 + 0.5 \times 500 - 40 = 430\text{mm}，附加条件 \xi = \xi_b = 0.518。$$

由公式  $Ne = \alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + f'_y A'_s (h_0 - a'_s)$  知，

$$A'_s = \frac{Ne - \alpha_1 f_c b h_0^2 \xi_b (1 - 0.5\xi)}{f'_y (h_0 - a'_s)} < 0$$

取  $A'_s = 0.2\%bh = 300\text{mm}^2$ ，选择 2 $\Phi$ 14，面积为 308mm<sup>2</sup>

（3）转化为已知钢筋面积，求受拉钢筋面积



由公式  $Ne = \alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + f_y' A_s' (h_0 - a_s')$  得

$$80\text{mm} = 2a_s' < x = 190\text{mm} < \xi_b h_0 = 0.518 \times 460 = 238\text{mm} \quad \text{满足}$$

计算  $A_s$

由轴力平衡方程得：

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b x + f_y' A_s' - N}{f_y} = 350\text{mm}^2 > 0.2\%bh = 300\text{mm}^2 \quad \text{满足}$$

选为 2 $\Phi$ 16  $A_s = 402\text{mm}^2$  但  $A_s + A_s' = 710\text{mm}^2 < 0.55\%bh = 825\text{mm}^2$

选为 3 $\Phi$ 16  $A_s = 603\text{mm}^2$  但  $A_s + A_s' = 911\text{mm}^2 > 0.55\%bh = 825\text{mm}^2$

精确判断

$$80\text{mm} = 2a_s' < x = \frac{N + f_y A_s - f_y' A_s'}{\alpha_1 f_c b} = 211\text{mm} = 190\text{mm} < \xi_b h_0 = 0.518 \times 460 = 238\text{mm}$$

前面的假定是正确的。

(4) 平面外轴压验算

$$\text{单侧: } A_s > A_s' > 0.2\%bh = 0.2\% \times 300 \times 400 = 240\text{mm}^2 \quad \text{满足}$$

$$\text{全部: } \rho = \frac{A_s' + A_s}{bh} = 911 / (300 \times 400) = 0.607\% > 0.55\% \quad \text{同时不超过 } 3\%$$

$$\frac{l_0}{b} = 9.3, \quad \varphi = 0.987.$$

$$N = 0.9\varphi [f_c A + f_y' (A_s' + A_s)] = 2197\text{kN} > N = 800\text{kN} \quad \text{满足}$$



## 混凝土结构设计原理试卷 12 答案

### 一、单项选择题（本大题共 10 个小题，每小题 3 分，共 30 分。）

1、A    2、C    3、B    4、B    5、A    6、D    7、C    8、A    9、A    10、A

### 二、填空题（本题共 8 个空，每空 3 分，共 24 分。）

- 11、1.0；
- 12、预应力混凝土；
- 13、150×150×150mm；
- 14、混凝土压应力合力大小相等；
- 15、耐久性；
- 16、拉力；
- 17、 $P-\Delta$ ；
- 18、耐久性；

### 三、判断题（本大题共 5 小题，每小题 2 分，共 10 分。）

19、(×)    20、(√)    21、(×)    22、(√)    23、(√)

### 四、简答题

24、计算 T 形截面的最小配筋率时，为什么是用梁肋宽度  $b$  而不用受压翼缘宽度  $b_f$ ？

答：最小配筋率从理论上是由  $M_u=M_{cr}$  确定的，主要取决于受拉区的形状，所以计算 T 形截面的最小配筋率时，用梁肋宽度  $b$  而不用受压翼缘宽度  $b_f$ 。

25、钢筋混凝土受弯构件正截面有哪几种破坏形式？其破坏特征有何不同？

答：钢筋混凝土受弯构件正截面有适筋破坏、超筋破坏、少筋破坏。

梁配筋适中会发生适筋破坏。受拉钢筋首先屈服，钢筋应力保持不变而产生显著的塑性伸长，



受压区边缘混凝土的应变达到极限压应变，混凝土压碎，构件破坏。梁破坏前，挠度较大，产生较大的塑性变形，有明显的破坏预兆，属于塑性破坏。

梁配筋过多会发生超筋破坏。破坏时压区混凝土被压坏，而拉区钢筋应力尚未达到屈服强度。破坏前梁的挠度及截面曲率曲线没有明显的转折点，拉区的裂缝宽度较小，破坏是突然的，没有明显预兆，属于脆性破坏，称为超筋破坏。

梁配筋过少会发生少筋破坏。拉区混凝土一旦开裂，受拉钢筋即达到屈服，并迅速经历整个流幅而进入强化阶段，梁即断裂，破坏很突然，无明显预兆，故属于脆性破坏。

26、影响钢筋混凝土梁斜截面抗剪强度的因素有哪些？

答：（1）剪跨比（2）混凝土强度（3）箍筋的配筋率（4）纵筋的配筋率（5）截面尺寸和形

状（6）斜截面上的骨料咬合力

27、预应力混凝土与普通混凝土相比，有哪些特点？

答：（1）提高构件的抗裂能力；（2）增大了构件的刚度；（3）充分利用高强度材料；（4）扩大了构件的使用范围。

## 五、计算题（本大题共 3 小题，共 46 分。）

28、解：由  $l_0/b = 4500/500 = 9$ ，查表得  $\varphi = 0.99$

根据轴心受压承载力公式确定  $A'_s$

$$A'_s = \frac{1}{f_y} \left( \frac{N}{0.9\varphi} - f_c A \right) = \frac{1}{360} \left( \frac{3900 \times 10^3}{0.9 \times 0.99} - 14.3 \times 500 \times 500 \right) = 2509 \text{ mm}^2$$

选 8  $\Phi$  20， $A'_s = 2513 \text{ mm}^2$

$$\rho' = \frac{A'_s}{A} = \frac{1964}{400 \times 400} = 1.2\% \begin{cases} > \rho'_{\min} = 0.55\% \\ \leq 3\% \quad \text{不需要扣除钢筋面积} \end{cases}$$

对称配筋截面每一侧配筋率也满足 0.2% 的构造要求。

29、解：（1）求弯矩设计值：

恒载控制： $q = 1.35 \times g_k + 1.4 \times 0.7 \times q_k = 1.35 \times 17.78 + 1.4 \times 0.7 \times 15.55 = 39.24 \text{ kN/m}$

活载控制： $q = 1.2 \times g_k + 1.4 \times q_k = 1.2 \times 17.78 + 1.4 \times 15.55 = 43.11 \text{ kN/m}$

故弯矩设计值为  $M = \frac{1}{8} q l_0^2 = \frac{1}{8} \times 43.11 \times 6^2 = 194 \text{ kN} \cdot \text{m}$

（2）计算所需钢筋

$$h_0 = h - a_s = 500 - 40 = 460 \text{ mm}$$

$$\alpha_s = \frac{M}{\alpha_1 f_c b h_0^2} = \frac{194 \times 10^6}{1.0 \times 14.3 \times 250 \times 460^2} = 0.257$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 0.302 < \xi_b = 0.518$$



$$\gamma_s = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s}}{2} = 0.849$$

$$A_s = \frac{M}{f_y \gamma_s h_0} = \frac{194 \times 10^6}{360 \times 0.849 \times 460} = 1380 \text{mm}^2$$

选取 2 $\Phi$ 22+2 $\Phi$ 20:  $A_s = 1388 \text{mm}^2$

(3) 验算适用条件:

①  $\xi \leq \xi_b$ : 已满足

$$\textcircled{2} \rho = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{1388}{250 \times 460} = 1.207\% > \rho_{\min} \cdot \frac{h}{h_0} = \max \left\{ 0.2, 0.45 \frac{f_t}{f_y} \right\} \cdot \frac{h}{h_0} = 0.217\%$$

30、解: (1) 计算受压区高度

$$h_0 = h - a_s = 600 - 40 = 560 \text{mm}$$

$$x = \frac{N}{\alpha_1 f_c b} = \frac{900 \times 1000}{1.0 \times 14.3 \times 500} = 125.9 \text{mm}$$

$$x < \xi_b h_0 = 0.518 \times 560 = 290.1 \text{mm}$$

$$x > 2a'_s = 80 \text{mm}$$

故为大偏心受压构件, 且受压钢筋可以屈服。

(2) 计算  $A_s$ 、 $A'_s$

$$M = C_m \eta_{ns} M_2 = 1.0 \times 1.05 \times 360 = 378 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{378 \times 1000}{900} = 420 \text{mm}$$

$$e_a = \max \left( 20, \frac{600}{30} \right) = 20 \text{mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 440 \text{mm}$$

$$e = e_i + 0.5h - a_s = 440 + 0.5 \times 600 - 40 = 700 \text{mm}$$

$$A'_s = A_s = \frac{Ne - \alpha_1 f_c b x \left( h_0 - \frac{x}{2} \right)}{f_y (h_0 - a'_s)} = \frac{900 \times 1000 \times 700 - 1.0 \times 14.3 \times 500 \times 125.9 \times (560 - 0.5 \times 125.9)}{360 \times (560 - 40)}$$

$$= 975 \text{mm}^2$$

(3) 验算最小配筋率

$$\text{单侧: } A'_s = A_s = 975 \text{mm}^2 > 0.2\% bh = 0.2\% \times 500 \times 600 = 600 \text{mm}^2 \quad \text{满足}$$

$$\text{全部: } \rho = \frac{A'_s + A_s}{bh} = \frac{975 \times 2}{500 \times 600} = 0.65\% > 0.55\% \quad \text{满足}$$

