

## 《混凝土结构设计原理》模拟卷（一）参考答案

### 一、判断题

1. × 2. × 3. √ 4. √ 5. √ 6. × 7. × 8. √ 9. √ 10. √

### 二、单项选择题

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

### 三、简答题

1. (1) 一级：为严格要求不出现裂缝的构件。

要求： $\sigma_{ck} - \sigma_{pc} \leq 0$

(2) 二级：为一般要求不出现裂缝的构件。

要求： $\sigma_{ck} - \sigma_{pc} \leq f_{tk}$  且  $\sigma_{cq} - \sigma_{pc} \leq 0$

(3) 三级：为允许出现裂缝的构件。

要求： $\omega_{max} \leq \omega_{lim}$

2. 可以分为以下个阶段：

(1) 第 I 阶段又称为未裂阶段，是抗裂验算的依据；

(2) 第 II 阶段又称为裂缝阶段，是裂缝开展宽度验算和变形验算的依据；

(3) 第 III 阶段又称为破坏阶段，是承载能力极限状态计算的依据。

3. (1) 支座边缘处的截面；

(2) 受控区弯起钢筋弯起点处的截面；

(3) 箍筋截面面积或间距改变处的截面；

(4) 腹板宽度改变处的截面。

4. (1) 钢筋与混凝土共同作用的原理是由于混凝土硬化后能与钢筋牢固地黏结成整体，构件受力时，两者之间不致发生相对滑动；

(2) 两者的温度线膨胀系数非常接近，当温度变化时，不致因膨胀不同而破坏他们的整体性。

5. (1) 优先采用预应力混凝土的结构物有：

① 要求裂缝控制等级较高的结构；

② 大跨度或受力很大的构件；

③ 对构件的刚度或变形控制要求较高的结构构件。

(2) 施加预应力的方法主要有：

① 先张法；

② 后张法。

### 四、计算题

1. 解：先假定受力钢筋按一排布置，则

1) 求  $h_0$

$$h_0 = h - 35\text{mm} = 500\text{mm} - 35\text{mm} = 465\text{mm}$$

2) 求  $\alpha_s$

$$\alpha_1 = 1.0, f_c = 14.3\text{N/mm}^2, f_y = 360\text{N/mm}^2, \xi_b = 0.518$$

$$\alpha_s = \frac{M}{\alpha_1 f_c b h_0^2} = \frac{180 \times 10^6}{1 \times 14.3 \times 250 \times 465^2} = 0.233$$

3) 求  $\xi$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.233} = 0.269 < \xi_b = 0.518 \quad \text{不超筋}$$

4) 求  $A_s$

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b \xi h_0}{f_y} = \frac{1.0 \times 14.3 \times 250 \times 0.269 \times 465}{360} = 1243\text{mm}^2$$

5) 验算最小配筋率

$$45 \frac{f_t}{f_y} = 45 \frac{1.43}{360} = 0.178 < 0.2 \quad \text{取 } \rho_{\min} = 0.2\%$$

$$\rho = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{1243}{250 \times 465} = 0.107 < 0.2 \quad \text{不少筋}$$

选用  $4\Phi 20$  ( $A_s = 1256\text{mm}^2$ ), 一排可以布置得下, 因此不必修改  $h_0$ , 重新计算  $A_s$

2. 解:

1) 求  $h_0$

设受拉钢筋为两排布置, 取  $a_s = 65\text{mm}$  (C20, 保护层厚度  $c$  取  $30\text{mm}$ )

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

2) 判断 T 形截面类型

$$\alpha_1 f_c b_f h_f' (h_0 - \frac{h_f'}{2}) = 1.0 \times 9.6 \times 600 \times 120 \times (635 - \frac{120}{2}) = 397.44\text{kN} \cdot \text{m} < 485\text{kN} \cdot \text{m}$$

属于第二类 T 形截面

3) 求  $\alpha_s$

$$\alpha_s = \frac{M - \alpha_1 f_c (b_f - b) h_f' (h_0 - \frac{h_f'}{2})}{\alpha_1 f_c b h_0^2} = \frac{485 \times 10^6 - 1.0 \times 9.6 \times (600 - 300) \times 120 \times (635 - \frac{120}{2})}{1.0 \times 9.6 \times 300 \times 635^2} = 0.247$$

4) 求  $\xi$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.247} = 0.289 < \xi_b = 0.550$$

5) 求  $A_s$

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b \xi h_0 + \alpha_1 f_c (b_f - b) h_f'}{f_y} = \frac{1.0 \times 9.6 \times 300 \times 0.289 \times 635 + 1.0 \times 9.6 \times (600 - 300) \times 120}{300} = 2914\text{mm}^2$$

3. 解:

1) 求  $h_0$

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

2) 求  $e_0, e_i$

$$e_0 = M / N = 450 \times 1000 / 1000 = 450\text{mm}$$

$$h / 30 = 600 / 30 = 20\text{mm} \quad \text{取 } e_a = 20\text{mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 450 + 20 = 470\text{mm}$$

3) 求  $e$

$$e = \eta e_i + h / 2 - a_s = 1.129 \times 470 + 600 / 2 - 40 = 791\text{mm}$$

4) 先按大偏心求  $\xi$

$$\frac{2a_s'}{h_0} = 2 \times 40 / 560 = 0.143 < \xi = \frac{N}{\alpha_1 f_c b h_0} = \frac{1000 \times 10^6}{1.0 \times 11.9 \times 400 \times 560} = 0.375 < \xi_b = 0.550 \quad \text{为大偏心受压}$$

5) 求  $A_s, A_s'$

$$A_s = A_s' = \frac{Ne - \alpha_1 f_c b h_0^2 \xi (1 - 0.5\xi)}{f_y' (h_0 - a_s')} = \frac{1000 \times 10^3 \times 791 - 1.0 \times 11.9 \times 400 \times 560^2 \times 0.375 \times (1 - 0.5 \times 0.375)}{300 \times (560 - 40)} = 2155\text{mm}^2$$

## 《混凝土结构设计原理》模拟卷（二）参考答案

### 一、判断题

1.  $\checkmark$  2.  $\times$  3.  $\times$  4.  $\times$  5.  $\checkmark$  6.  $\times$  7.  $\checkmark$  8.  $\times$  9.  $\checkmark$  10.  $\checkmark$

### 二、单项选择题

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

### 三、简答题

1. (1) 破坏形态：少筋破坏、超筋破坏、部分超筋破坏、适筋破坏。

(2) 特点：

① 少筋破坏构件是裂缝一旦形成构件马上破坏，开裂扭矩与破坏扭矩相等。其破坏特征类似于素混凝土构件，明显预兆为脆性破坏。

② 超筋破坏时钢筋未屈服，构件即由于斜裂缝间的混凝土被压碎而破坏，也无明显预兆为脆性破坏。

③ 适筋破坏是受扭纵筋和受扭箍筋的配筋率合适时，当构件三面开裂产生  $45^\circ$  斜裂缝后，与斜裂缝相交的受扭钢筋屈服后，还可以继续加荷载，直到混凝土第四面混凝土被压碎，属塑性破坏。

④ 部分超筋破坏纵筋与箍筋的配筋强度比不合适时，破坏时纵筋或箍筋未屈服。其塑性比适筋差，但好于少筋破坏、超筋破坏。

2. (1) 剪跨比  $\lambda$ ，混凝土强度等级，纵筋配筋率  $\rho$ ，配箍率  $\rho_{sv}$ ，截面的形状和截面尺寸。

(2) 它们与受剪承载力的关系主要有以下几点：

① 随着剪跨比的增大，梁的受剪承载力逐步降低。但当剪跨比  $\lambda > 3$  后，剪跨比对受剪承载力的影响不明显，受剪承载力趋于稳定。

② 混凝土的强度等级对梁的受剪承载力影响很大。在其它条件相同时，梁的受剪承载力随混凝土强度等级的提高而提高，两者为线性关系。

③ 纵筋配筋率  $\rho$  越大，梁的斜截面受剪承载力也越大，两者大致成线性关系。

④ 在其它相同条件下，当配箍率适当时，梁的受剪承载力随配箍率  $\rho_{sv}$  的增大而有较大幅度的提高，两者大体成线性关系。

⑤ 在其它参数（混凝土强度、纵筋配筋率、剪跨比）保持不变时，梁高扩大 4 倍，破坏时平均剪应力可下降 25%~30%。对于有腹筋梁，截面尺寸的影响将减小。

⑥ 这主要指 T 形梁，其翼缘大小对受剪承载力有影响。适当增加翼缘宽度，可提高受剪承载力 25%，但翼缘过大，增大作用就趋于平缓。另外，加大梁宽也可提高受剪承载力。

3. (1) 在梁的受拉区和受压区同时按计算配置纵向受力钢筋的截面称为双筋截面。

(2) 在下述情况下可采用双筋截面：

① 当  $M > \alpha_{smax} \alpha_1 f_c b h_0^2$ ，而截面尺寸及材料强度又由于种种原因不能再增大和提高时；

② 由于荷载有多种组合，截面可能承受变号弯矩时；

③ 在抗震结构中为提高截面的延性，要求框架梁必须配置一定比例的受压钢筋时。

(3) 双筋截面中的受压钢筋为受力钢筋不仅起架立的作用，而且在正截面承载力计算中必须考虑它的作用。而单筋截面中的架立钢筋对正截面受弯承载力的贡献很小，所以在计算是不考虑的。

4. (1) 偏心受压构件的分类：大偏心受压破坏和小偏心受压破坏。

(2) 两类破坏有何本质区别：大偏心受压破坏的特点是受拉钢筋先达到屈服强度，导致压区混凝土压碎，这种破坏形态在构件破坏前有明显的预兆，裂缝开展显著，变形急剧增大，具有延性破坏性质，是与适筋梁破坏形态相类似的延性破坏类型。小偏心受压破坏形态的特点是混凝土先被压碎，远侧钢筋可能受拉也可能受压，但都不屈服，这种破坏没有明显的预兆，裂缝开展不明显，变形不大（但受压区垂直裂缝不断发展），属于脆性破坏性质，与受弯构件超筋（或轴心受压构件）破坏类似。

(3) 两类偏心受压破坏的界限： $x \leq x_b$  或  $\xi \leq \xi_b$  时：属于大偏心受压破坏， $x > x_b$  或  $\xi > \xi_b$  时：属于小偏心受压破坏。

5. (1) 张拉控制应力是指预应力钢筋在进行张拉时所控制达到的最大应力值，其值为张拉设备所指示的总张拉力除以预应力钢筋截面面积所得的应力值。

(2) 张拉控制应力不能定得过高的原因主要有以下三点：

- ① 在施工阶段会使构件的某些部位受到拉力（称为预拉力）甚至开裂，对后张法构件可能造成端部混凝土局压破坏。  
 ② 构件出现裂缝时的荷载值与极限荷载值很接近，使构件在破坏前无明显的预兆，构件的延性较差。  
 ③ 有可能在超张拉过程中使个别钢筋的应力超过它的实际屈服强度，使钢筋产生较大的塑性变形或脆断。

四、计算题

1. 解：

1) 求弯矩设计值

取板宽  $b = 1000\text{mm}$  的板条作为计算单元

$$\text{板的恒载: } g_k = (25 \times 0.08 + 22 \times 0.03 + 17 \times 0.012) \times 1 = 2.864\text{kN/m}^2$$

跨中最大弯矩设计值：

$$M = \frac{1}{8}(\gamma_G G_k + \gamma_Q q_k)l_0^2 = \frac{1}{8}(1.2 \times 2.864 + 1.4 \times 2.0) \times 2.45^2 = 4.68\text{kN} \cdot \text{m}$$

2) 求  $h_0$

$$h_0 = h - a_s = 80 - 20 = 60(\text{mm})$$

3) 求  $\alpha_s$

$$\alpha_s = \frac{M}{\alpha_1 f_c b h_0^2} = \frac{4.68 \times 10^6}{1 \times 9.6 \times 1000 \times 60^2} = 0.135$$

4) 求  $\xi$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 0.146 < \xi_b = 0.614$$

5) 求  $A_s$

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b \xi h_0}{f_y} = \frac{1.0 \times 9.6 \times 1000 \times 0.146 \times 60}{210} = 400\text{mm}^2 > \rho_{\min} b h = 0.24\% \times 1000 \times 80 = 192\text{mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0.45 \frac{f_t}{f_y} = 0.24\%$$

2. 解：

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

$$l_0 / h = 3000 / 600 = 5, \text{ 所以 } \eta = 1.0$$

$$e_0 = M / N = 190 \times 10^6 / 500 \times 10^3 = 380\text{mm}$$

$$e_a = 20\text{mm 或 } h / 30 = 600 / 30 = 20\text{mm}, \text{ 取 } e_a = 20\text{mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 380 + 20 = 400\text{mm}$$

$$\eta e_i = 1.0 \times 400 = 400\text{mm} > 0.3h_0 = 0.3 \times 560 = 168\text{mm} \text{ 属于大偏心受压。}$$

引入对称配筋的条件，可直接求  $x$ ：

$$x = \frac{N}{\alpha_1 f_c b} = \frac{500 \times 10^3}{1.0 \times 9.6 \times 300} = 173.6\text{mm} < \xi_b h_0 = 0.55 \times 560 = 308\text{mm}$$

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

求  $x$  代入上式，或求得  $A_s$  及  $A'_s$

$$\begin{aligned} A'_s = A_s &= \frac{N_e - \alpha_1 f_c b x (h_0 - x/2)}{f_y (h_0 - a'_s)} = \frac{500000 \times 660 - 1.0 \times 9.6 \times 300 \times 173.6 (560 - 0.5 \times 173.6)}{300(560 - 40)} \\ &= 598.9\text{mm}^2 > \rho_{\min} b h = 0.002 \times 300 \times 600 = 360\text{mm}^2 \end{aligned}$$

## 《混凝土结构设计原理》模拟卷（三）参考答案

### 一、单项选择题

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

### 二、判断题

1. × 2. × 3. √ 4. √ 5. √ 6. × 7. × 8. √ 9. √ 10. ×

### 三、填空题

1. 提高、降低
2. 先张法、后张法
3. 增大、越大
4. 20d
5.  $A_s$  和  $A'_s$  之外、 $A_s$  和  $A'_s$  之间
6. 受扭纵筋、箍筋
7. 封闭式、5%
8. ① 斜压破坏、② 斜拉破坏
9. 伸长率、冷弯性能
10. 避免超筋破坏、避免少筋破坏
11. 受扭纵筋和箍筋的配筋强度比
12. 存在粘结作用和相近的线膨胀系数。
13. 压应力的合力不变和压应力合力作用点不变

### 四、简答题

1. 各符号含义如下

$\psi$  —— 裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数；

$C$  —— 混凝土保护层厚度；

$\sigma_{sk}$  —— 按荷载效应标准组合计算的钢筋混凝土构件裂缝处，纵向钢筋的应力；

$E_s$  —— 纵向受拉钢筋的弹性模量；

$d_{eq}$  —— 纵筋等效直径；

$\rho_{te}$  —— 按有效受拉区混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率。

控制裂缝宽度的最有效措施是减小纵向受拉钢筋的应力，也就是相应的增加  $A'_s$ 。

2. 影响斜截面抗剪承载力的主要因素有：

- (1) 剪跨比和跨高比：剪跨比大， $V_u$  小
- (2) 混凝土强度等级：等级越高， $V_u$  大
- (3) 箍筋的配筋率：配置腹筋， $V_u$  增大
- (4) 纵向钢筋的配筋率：配筋率大， $V_u$  大
- (5) 斜截面的骨料咬合力
- (6) 截面尺寸和形状

3. 第 I 阶段又称为未裂阶段，是抗裂验算的依据；

第 II 阶段又称为裂缝阶段，是裂缝开展宽度验算和变形验算的依据；

第 III 阶段又称为破坏阶段，是承载能力极限状态计算的依据。

4. (1) 一级：为严格要求不出现裂缝的构件。

要求： $\sigma_{ck} - \sigma_{pc} \leq 0$

(2) 二级：为一般要求不出现裂缝的构件。

要求： $\sigma_{ck} - \sigma_{pc} \leq f_{tk}$  且  $\sigma_{cq} - \sigma_{pc} \leq 0$

(3) 三级：为允许出现裂缝的构件。

要求： $\omega_{\max} \leq \omega_{\lim}$

五、计算题

1. 解：

$$h_0 = h - a_s = 365\text{mm}$$

$$h_w / b = 1.46 < 4$$

$$0.25\beta_c f_c b h_0 = 0.25 \times 9.6 \times 250 \times 365 = 175200 > V = 106000 \text{ N}$$

截面尺寸适合。

$$0.7 f_t b h_0 = 0.7 \times 1.1 \times 250 \times 365 = 70265.5 < V = 106000$$

应按计算配筋。

设仅用箍筋：

$$V = 0.7 f_t b h_0 + 1.25 f_{yv} \frac{n A_{sv}}{s} h_0, \quad n \frac{A_{sv}}{s} = \frac{106000 - 56210}{1.25 \times 210 \times 365} = 0.52$$

设为双肢  $\Phi 6$  箍  $s \leq 109.6\text{mm}$ ，选用箍筋  $\Phi 6 @ 100$

最小配箍率的验算：

$$\rho_{sv\min} = 0.24 \frac{f_t}{f_{yv}} = 0.24 \frac{1.1}{210} = 0.00125 < \rho_{sv} = n \frac{A_{sv}}{bs} = \frac{2 \times 28.3}{250 \times 100} = 0.00226, \text{ 满足要求。}$$

2. 解：先假定受力钢筋按一排布置，则

1) 求  $h_0$

$$h_0 = h - 35\text{mm} = 500\text{mm} - 35\text{mm} = 465\text{mm}$$

2) 求  $\alpha_s$

$$\alpha_1 = 1.0, \quad f_c = 14.3\text{N/mm}^2, \quad f_y = 360\text{N/mm}^2, \quad \xi_b = 0.518$$

$$\alpha_s = \frac{M}{\alpha_1 f_c b h_0^2} = \frac{180 \times 10^6}{1 \times 14.3 \times 250 \times 465^2} = 0.233$$

3) 求  $\xi$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.233} = 0.269 < \xi_b = 0.518 \quad \text{不超筋}$$

4) 求  $A_s$

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b \xi h_0}{f_y} = \frac{1.0 \times 14.3 \times 250 \times 0.269 \times 465}{360} = 1243\text{mm}^2$$

5) 验算最小配筋率

$$45 \frac{f_t}{f_y} = 45 \frac{1.43}{360} = 0.178 < 0.2 \quad \text{取 } \rho_{\min} = 0.2\%$$

$$\rho = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{1243}{250 \times 465} = 0.107 > 0.2\% \quad \text{不少筋, 选用 } 4\Phi 20 \quad (A_s = 1256\text{mm}^2), \text{ 一排可以布置得下, 因此不必修改}$$

$h_0$  重新计算  $A_s$ 。

3. 解：

1) 求  $h_0$

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

2) 计算初始偏心距  $e_i$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{158 \times 10^6}{250 \times 10^3} = 632 \text{mm}$$

$$e_a = \left\{ \frac{h}{30}, 20 \text{mm} \right\}_{\max} = \{13 \text{mm}, 20 \text{mm}\} = 20 \text{mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 632 + 20 = 652 \text{mm}$$

3) 判别大小偏心

$$x = \frac{N}{\alpha_1 f_c b} = \frac{250 \times 10^3}{1.0 \times 11.9 \times 300} = 70 \text{mm} < 2a'_s = 2 \times 40 = 80 \text{mm} < x_b = \xi_b h_0 = 0.55 \times 360 = 198 \text{mm}$$

$$e' = \eta e_i - \frac{h}{2} + a'_s = 1.0394 \times 652 - \frac{400}{2} + 40 = 518 \text{mm}$$

属于大偏心受压。

4) 计算钢筋面积  $A'_s$  和  $A_s$

由于  $x < 2a'_s$ ，所以

$$A'_s = A_s = \frac{N'_e}{f_y (h_0 - a'_s)} = \frac{250 \times 10^3 \times 518}{300 \times (360 - 40)} = 1349 \text{mm}^2 > 0.002bh = 0.002 \times 300 \times 400 = 240 \text{mm}^2$$

纵筋每侧各选配  $2\Phi 22 + 2\Phi 20$  ( $A'_s = A_s = 1388 \text{mm}^2$ )。

## 《混凝土结构设计原理》模拟卷（四）参考答案

### 一、单项选择题

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

### 二、判断题

1. × 2. √ 3. × 4. √ 5. × 6. × 7. √ 8. √ 9. × 10. √

### 三、填空题

1. 高、差
2. 胶结力、摩阻力、机械咬合力
3. 斜压破坏、斜拉破坏
4. 徐变
5. 小偏心受拉构件
6. 剪扭构件混凝土受扭承载力降低系数
7. 正截面受弯、斜截面受剪
8. 钢筋和混凝土之间的粘结力、钢筋端部的锚具
9. 长
10. 高

### 四、简答题

1. (1) 破坏形态：少筋破坏、超筋破坏、部分超筋破坏、适筋破坏。

(2) 特点：

- ① 少筋破坏构件是裂缝一旦形成构件马上破坏，开裂扭矩与破坏扭矩相等。其破坏特征类似于素混凝土构件，明显预兆为脆性破坏。
- ② 超筋破坏时钢筋未屈服，构件即由于斜裂缝间的混凝土被压碎而破坏，也无明显预兆为脆性破坏。
- ③ 适筋破坏是受扭纵筋和受扭箍筋的配筋率合适时，当构件三面开裂产生  $45^\circ$  斜裂缝后，与斜裂缝相交的受扭钢筋屈服后，还可以继续加荷载，直到混凝土四面混凝土被压碎，属塑性破坏。
- ④ 部分超筋破坏纵筋与箍筋的配筋强度比不合适时，破坏时纵筋或箍筋未屈服。其塑性比适筋差，但好于少筋破坏、超筋破坏。

2. (1) 偏心受压构件的分类：大偏心受压破坏和小偏心受压破坏。

(2) 两类破坏有何本质区别：

大偏心受压破坏的特点是受拉钢筋先达到屈服强度，导致压区混凝土压碎，这种破坏形态在构件破坏前有明显的预兆，裂缝开展显著，变形急剧增大，具有延性破坏性质，是与适筋梁破坏形态相类似的延性破坏类型。小偏心受压破坏形态的特点是混凝土先被压碎，远侧钢筋可能受拉也可能受压，但都不屈服，这种破坏没有明显的预兆，裂缝开展不明显，变形不大（但受压区垂直裂缝不断发展），属于脆性破坏性质，与受弯构件超筋（或轴心受压构件）破坏类似。

(3) 两类偏心受压破坏的界限：

$x \leq x_b$  或  $\xi \leq \xi_b$  时：属于大偏心受压破坏， $x > x_b$  或  $\xi > \xi_b$  时：属于小偏心受压破坏。

3. 主要应选择四种截面：

- ① 支座边缘处的截面；
- ② 受控区弯起钢筋弯起点处的截面；
- ③ 箍筋截面面积或间距改变处的截面；
- ④ 腹板宽度改变处的截面。

4. (1) 对钢筋的要求：

- ① 高强度；
- ② 较低的松弛性；
- ③ 有一定的塑性；
- ④ 良好的可焊性和可锚性能；
- ⑤ 先张法还要求钢筋与混凝土有较好的粘结性能。

(2) 对混凝土的要求：

- ① 高强度；
- ② 较高的弹性模量；



③ 较小的徐变和收缩变形；

④ 快硬、早强。

五、计算题

1. 解：

1) 判别 T 形面类型

截面有效高度  $h_0 = 650 - 60 = 590\text{mm}$

$$\alpha_1 f_c b'_f h'_f (h_0 - 0.5h'_f) = 1.0 \times 14.3 \times 600 \times 120 \times (590 - 0.5 \times 120) = 545.69\text{kN} \cdot \text{m} < M = 650\text{kN} \cdot \text{m} \quad \text{故}$$

为第二类 T 形截面梁。

2) 采用分解法计算配筋

$$M_1 = \alpha_1 f_c (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0.5h'_f) = 1.0 \times 14.3 \times (600 - 250) \times 120 \times (590 - 0.5 \times 120) = 318.32\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = M - M_1 = 650 - 318.32 = 331.68\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$A_{s1} = \frac{\alpha_1 f_c (b'_f - b) h'_f}{f_y} = \frac{1.0 \times 14.3 \times (600 - 250) \times 120}{360} = 1668.3\text{mm}^2$$

$$\alpha_{s2} = \frac{M_2}{\alpha_1 f_c b h_0^2} = \frac{331.68 \times 10^6}{1.0 \times 14.3 \times 250 \times 590^2} = 0.267$$

查得： $\gamma_{s2} = 0.842$ ， $\xi = 0.317 < \xi_b$ （不超筋）

$$\text{所以 } A_{s2} = \frac{M_2}{\gamma_{s2} f_y h_0} = \frac{331.68 \times 10^6}{0.842 \times 360 \times 590} = 1854.6\text{mm}^2$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 3522.9\text{mm}^2$$

选用  $6\Phi 25 + 2\Phi 20$

2. 解：

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

$$\lambda = l_0 / h = 3000 / 600 = 5, \text{ 所以 } \eta = 1.0$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{600}{1000} = 0.6\text{m}; \quad e_a = \frac{h}{30} = \frac{600}{30} = 20\text{mm}; \quad e_i = e_0 + e_a = 620\text{mm}$$

$\eta e_i = 620\text{mm} > 0.3h_0 = 0.3 \times 560 = 168$ ，可按大偏压计算

$$e = \eta e_i + \frac{h}{2} - a_s = 620 + 300 - 40 = 880\text{mm}$$

令  $\xi = \xi_b$

$$M_2 = \alpha_1 f_c b h_0^2 \xi_b (1 - 0.5\xi_b) = 1 \times 14.3 \times 400 \times 560^2 \times 0.55 \times (1 - 0.5 \times 0.55) = 715.27 \times 10^6 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$A_{s2} = \frac{\alpha_1 f_c b h_0^2 \xi_b}{f_y} = \frac{1 \times 14.3 \times 400 \times 560^2 \times 0.55}{300} = 5873\text{mm}^2$$

$$M_1 = N e - M_2 = 164.73\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$A'_s = \frac{M_1}{f_y (h_0 - a'_s)} = \frac{164.73 \times 10^6}{300 \times 520} = 1056\text{mm}^2 = A_{s1}$$

$$A'_s > A'_{s\min} = 0.002bh = 0.002 \times 400 \times 600 = 480\text{mm}^2$$

$$A_{s3} = \frac{N}{f_y} = \frac{1000 \times 10^3}{300} = 3333\text{mm}^2$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} - A_{s3} = 3596\text{mm}^2$$

《混凝土结构设计原理》模拟卷（五）参考答案

一、单项选择题

1. D 2. B 3. B 4. D 5. D 6. B 7. C 8. D 9. D 10. A  
11. A 12. B 13. A 14. B 15. D 16. A

二、填空题

1. 混凝土立方体抗压强度标准值、95%
2. 伸长率、冷弯性能
3. 1.2、1.35
4. 可靠概率、失效概率
5. 斜压破坏、斜拉破坏
6. 剪扭构件混凝土受扭承载力降低系数、 $1.5 - \beta_t$
7. 钢筋与混凝土之间的粘结力、构件端部的锚具
8.  $\sigma_{l1} + (\sigma_{l2}) + \sigma_{l3} + \sigma_{l4}$ 、 $\sigma_{l5}$
9. 正常使用、标准
10. 防止超筋破坏、防止少筋破坏
11. 压应力的合力不变、压应力合力作用点不变

三、名词解释

1. 剪跨比  $\lambda$  是指梁截面上的弯矩  $M$  与剪力  $V$  的相对大小  $V/h_0$  的比值。 $\lambda$  是一个能反映梁斜截面受剪能力变化规律和区分发生各种剪切破坏形态的重要参数。
2. 张拉控制应力是指张拉预应力钢筋时，张拉设备的测力仪表所控制的总张拉力除以预应力钢筋截面面积所得的拉应力值。
3. 超筋梁是指梁内钢筋配置过多，发生破坏时，梁内受压区边缘混凝土先压碎，纵向受拉钢筋不屈服，裂缝开展较小且延伸不高，挠度相对较小，属于脆性破坏。
4. 先张法是指在浇筑混凝土之前张拉预应力钢筋的施工方法。主要工序为：在台座（或钢模）上张拉钢筋，锚固在台座上→支模浇筑混凝土→养护至规定强度切断或放松预应力筋。先张法适用于工厂化大批量生产中小型预应力混凝土构件。

四、简答题

1. 影响斜截面抗剪承载力的主要因素有：

- (1) 剪跨比和跨高比：剪跨比大， $V_u$  小
- (2) 混凝土强度等级：等级越高， $V_u$  大
- (3) 箍筋的强度和配箍率：箍筋的强度提高和配箍率增大， $V_u$  增大
- (4) 纵向钢筋的配筋率：配筋率大， $V_u$  大

2.  $h_0 = h - a_s = 360\text{mm}$

$h_0/b = 360/250 = 1.44 < 4.0$

$0.25\beta_c f_c b h_0 = 0.25 \times 1.0 \times 11.9 \times 250 \times 360 = 267.8\text{KN} > 60\text{kN}$

截面尺寸符合要求

$V = 60\text{kN} < 0.7 f_t b h_0 = 0.7 \times 1.27 \times 250 \times 360 = 80.0\text{KN}$ ，按构造要求配置箍筋。

3. (1) 破坏形态：少筋破坏、超筋破坏、部分超筋破坏、适筋破坏。

(2) 破坏特点：

- ① 少筋破坏构件是裂缝一旦形成构件马上破坏，开裂扭矩与破坏扭矩相等。其破坏特征类似于素混凝土构件，明显预兆为脆性破坏。
- ② 超筋破坏时钢筋未屈服，构件即由于斜裂缝间的混凝土被压碎而破坏，也无明显预兆为脆性破坏。
- ③ 适筋破坏是受扭纵筋和受扭箍筋的配筋率合适时，当构件三面开裂产生  $45^\circ$  斜裂缝后，与斜裂缝相交的受扭钢筋屈服后，还可以继续加荷载，直到混凝土四面混凝土被压碎，属塑性破坏。

④ 部分超筋破坏纵筋与箍筋的配筋强度比不合适时，破坏时纵筋或箍筋未屈服。其塑性比适筋差，但好于少筋破坏、超筋破坏。

$$4. N \leq N_u = 0.9\varphi(f_c A + f_y' A_s')$$

$$A_s' = \frac{\frac{N}{0.9\varphi} - f_c A}{f_y'} = \frac{\frac{1870 \times 10^3}{0.9 \times 0.7} - 11.9 \times 300 \times 500}{360} = 3287 \text{ mm}^2$$

$$\rho' = \frac{3287}{300 \times 500} = 2.19\% < 3\% , \text{ 取纵向钢筋截面面积 } 3287 \text{ mm}^2$$

5. (1) 一级为严格要求不出现裂缝的构件，要求在荷载标准组合下满足：

$$\text{要求： } \sigma_{\text{ck}} - \sigma_{\text{pc}} \leq 0$$

(2) 二级为一般要求不出现裂缝的构件，要求在荷载标准组合下满足：

$$\text{要求： } \sigma_{\text{ck}} - \sigma_{\text{pc}} \leq f_{\text{tk}}$$

(3) 三级为允许出现裂缝的构件，要求按荷载标准组合并考虑长期作用影响满足：

$$\text{要求： } \omega_{\text{max}} \leq \omega_{\text{lim}}$$

(4) 对环境类别为二 a 类，在荷载准永久组合下满足：

$$\text{要求： } \sigma_{\text{cq}} - \sigma_{\text{pc}} \leq 0$$

### 五、计算题

1. 解：

1) 判别 T 形截面类型

$$\text{截面有效高度 } h_0 = 500 - 40 = 460 \text{ mm}$$

$$\alpha_1 f_c b_f' h_f' (h_0 - \frac{h_f'}{2}) = 1.0 \times 11.9 \times 500 \times 100 \times (460 - \frac{100}{2}) = 243.95 \text{ kN} \cdot \text{m} > M = 240 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

故为第一类 T 形截面梁。

2) 求  $\alpha_s$

$$\alpha_s = \frac{M}{\alpha_1 f_c b_f' h_0^2} = \frac{240 \times 10^6}{1 \times 11.9 \times 500 \times 460^2} = 0.191$$

3) 求  $\xi$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.191} = 0.214 < \xi_b = 0.518$$

4) 求  $A_s$

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b_f' \xi h_0}{f_y} = \frac{1.0 \times 11.9 \times 500 \times 0.214 \times 460}{360} = 1627 \text{ mm}^2$$

5) 验算最小配筋率

$$45 \frac{f_t}{f_y} = 45 \frac{1.27}{360} = 0.159 < 0.2 \quad \text{取 } \rho_{\text{min}} = 0.2\%$$

$$A_s = 1627 \text{ mm}^2 > 0.2\% \times 200 \times 500 = 200 \text{ mm}^2$$

2. 解：

1) 判断构件是否需要考虑附加弯矩

$$\text{杆端弯矩比： } \frac{M_1}{M_2} = \frac{540}{560} = 0.964 > 0.9$$

所以应考虑杆件自身挠曲变形的影响。

2) 计算构件弯矩设计值

$$h_0 = 650 - 50 = 600\text{mm}$$

$$e_a = \left\{ \frac{h}{30}, 20\text{mm} \right\}_{\max} = \{22\text{mm}, 20\text{mm}\} = 22\text{mm}$$

$$\zeta_c = \frac{0.5f_c A}{N} = \frac{0.5 \times 16.7 \times 500 \times 650}{2310 \times 10^3} = 1.175 > 1.0, \text{ 取 } \zeta_c = 1.0$$

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

$$\eta_{ns} = 1 + \frac{1}{1300(M_2/N + e_a)/h_0} \left(\frac{l_c}{h}\right)^2 \zeta_c = 1 + \frac{1}{1300 \times (560 \times 10^6 / 2310 \times 10^3 + 22) / 600} \times \left(\frac{4800}{650}\right)^2 \times 1.0 = 1.095$$

$$M = C_m \eta_{ns} M_2 = 0.989 \times 1.095 \times 560 = 606.45\text{kN} \cdot \text{m}$$

3) 判断偏压类型

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{606.45 \times 10^6}{2310 \times 10^3} = 263\text{mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 263 + 22 = 285\text{mm}$$

$$e = e_i + \frac{h}{2} - a_s = 285 + \frac{650}{2} - 50 = 560\text{mm}$$

$$x = \frac{N}{\alpha_1 f_c b} = \frac{2310 \times 10^3}{1.0 \times 16.7 \times 500} = 277\text{mm} > 2a'_s = 2 \times 50 = 100\text{mm} < x_b = \xi_b h_0 = 0.482 \times 600 = 289\text{mm}$$

属于大偏心受压。

4) 计算钢筋面积  $A'_s$  和  $A_s$

$$A_s = A'_s = \frac{Ne - \alpha_1 f_c b x (h_0 - \frac{x}{2})}{f_y' (h_0 - a'_s)} = \frac{2310 \times 10^3 \times 560 - 1.0 \times 16.7 \times 500 \times 277 \times (600 - \frac{277}{2})}{410 \times (600 - 50)} = 1003\text{mm}^2$$

$$> 0.002bh = 0.002 \times 500 \times 650 = 650\text{mm}^2$$

## 《混凝土结构设计原理》模拟卷（六）参考答案

### 一、单项选择题

1. A 2. C 3. A 4. D 5. C 6. C 7. D 8. B 9. D 10. A  
11. B 12. B 13. B 14. D 15. D 16. C

### 二、填空题

1. 钢筋与混凝土之间存在粘结力、钢筋与混凝土两种材料的温度线膨胀系数很接近
2. 机械咬合力、摩阻力（或摩擦力）
3. 承载能力极限状态、正常使用极限状态
4. 安全性、适用性
5. 先张法、后张法
6. 受扭纵筋、箍筋
7. 斜拉破坏、剪压破坏
8. 超筋破坏、少筋破坏
9. 剪扭构件混凝土受扭承载力降低系数、 $1.5 - \beta_t$
10.  $\sigma_{11} + \sigma_{12}$ 、 $\sigma_{14} + \sigma_{15} + \sigma_{16}$
11. 长细比、1.5

### 三、名词解释

1. 梁的界限破坏是指梁内所配钢筋的数量，在梁发生破坏时，受拉区受拉钢筋屈服的同时，受压区边缘混凝土压应变达到极限压应变而被压碎而破坏。

2. 配筋率是指纵向钢筋的截面面积与构件截面有效面积的比值，用  $\rho = \frac{A_s}{bh_0}$  表示。

3. 小偏心受压破坏是指受压区混凝土先压碎而破坏，受压钢筋也达到屈服，而另一侧的钢筋可能受拉也可能受压，一般均达不到屈服强度。一般发生在相对偏心距较小或虽然相对偏心距较大但受拉钢筋配置过多时。

4. 部分预应力混凝土是指在使用荷载作用下，构件截面上允许出现拉应力或开裂，只有部分截面受压的预应力混凝土。

### 四、简答题

1. 主要应选择四种截面：

- ① 支座边缘处的截面；
- ② 受拉区弯起钢筋弯起点处的截面；
- ③ 箍筋截面面积或间距改变处的截面；
- ④ 腹板宽度改变处的截面。

$$2. N \leq N_u = f_y A_s$$

$$A_s = \frac{N}{f_y} = \frac{240 \times 10^3}{300} = 800 \text{mm}^2$$

$$A_s / 4 = 800 / 4 = 200 \text{mm}^2, \quad \pi d^2 / 4 = 200, \quad d = 16 \text{mm}$$

配置 4 根直径 16mm 的 HRB335 级钢筋。

3. 各符号含义如下：

$\alpha_{cr}$  —— 构件受力特征系数；

$\psi$  —— 裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数；

$C_s$  —— 最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离；

$\sigma_{sk}$  —— 按荷载效应标准组合计算的钢筋混凝土构件裂缝处，纵向钢筋的应力；

$E_s$  —— 纵向受拉钢筋的弹性模量；

$d_{eq}$  —— 纵筋等效直径；

$\rho_{te}$ ——按有效受拉区混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率。

4. (1) 受扭承载力:  $T_u = 0.35\beta_t f_t W_t + 1.2\sqrt{\zeta} f_{yv} \frac{A_{st1}}{S} A_{cor}$

(2) 受剪承载力:  $V_u = 0.7(1.5 - \beta_t) f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{S} h_0$

5. (1) 张拉端锚具变形和钢筋内缩引起的预应力损失;  
 (2) 预应力钢筋与孔道壁之间的摩擦引起的预应力损失;  
 (3) 混凝土加热养护时, 受张拉钢筋与承受拉力的设备之间温差引起的预应力损失;  
 (4) 预应力钢筋的应力松弛引起的预应力损失;  
 (5) 混凝土的收缩和徐变引起的预应力损失;  
 (6) 用螺旋式预应力钢筋作配筋的环形构件, 由于混凝土的局部挤压引起的预应力损失。

### 五、计算题

1. 解:

1) 求  $h_0$

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

2) 求  $\alpha_s$

$$\alpha_s = 1.0, f_c = 14.3\text{N/mm}^2, f_y = 360\text{N/mm}^2, \xi_b = 0.518$$

$$\alpha_s = \frac{M}{\alpha_1 f_c b h_0^2} = \frac{160 \times 10^6}{1 \times 11.9 \times 250 \times 460^2} = 0.254$$

3) 求  $\xi$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.254} = 0.299 < \xi_b = 0.518, \text{不超筋}$$

4) 求  $A_s$

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b \xi h_0}{f_y} = \frac{1.0 \times 11.9 \times 250 \times 0.299 \times 460}{360} = 1137\text{mm}^2$$

5) 验算最小配筋率

$$45 \frac{f_t}{f_y} = 45 \frac{1.27}{360} = 0.159 < 0.2, \text{取 } \rho_{\min} = 0.2\%$$

$$A_s = 1137\text{mm}^2 > \rho_{\min} b h = 0.2\% \times 250 \times 500 = 250\text{mm}^2, \text{不少筋}$$

2. 解:

1) 判断构件是否需要考虑附加弯矩

$$\text{杆端弯矩比: } \frac{M_1}{M_2} = \frac{280}{300} = 0.93 > 0.9$$

所以应考虑杆件自身挠曲变形的影响

2) 计算构件弯矩设计值

$$h_0 = 500 - 50 = 450\text{mm}$$

$$e_a = \left\{ \frac{h}{30}, 20\text{mm} \right\}_{\max} = \{17\text{mm}, 20\text{mm}\} = 20\text{mm}$$

$$\zeta_c = \frac{0.5 f_c A}{N} = \frac{0.5 \times 16.7 \times 500 \times 500}{200 \times 10^3} = 10.4 > 1.0, \text{取 } \zeta_c = 1.0$$

$$C_m = 0.7 + 0.3 \frac{M_1}{M_2} = 0.7 + 0.3 \times 0.93 = 0.979$$

$$\eta_{ns} = 1 + \frac{1}{1300(M_2 / N + e_a) / h_0} \left(\frac{l_c}{h}\right)^2 \zeta_c = 1 + \frac{1}{1300 \times (300 \times 10^6 / 200 \times 10^3 + 20) / 450} \times \left(\frac{4200}{500}\right)^2 \times 1.0 = 1.016$$

由于  $C_m \eta_{ns} = 0.979 \times 1.016 = 0.995 < 1.0$ , 取  $C_m \eta_{ns} = 1.0$

$$M = C_m \eta_{ns} M_2 = 1.0 \times 300 = 300 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

3) 判断偏压类型

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{300 \times 10^6}{200 \times 10^3} = 1500 \text{ mm}$$

$$e_i = e_0 + e_a = 1500 + 20 = 1520 \text{ mm}$$

$$x = \frac{N}{\alpha_1 f_c b} = \frac{200 \times 10^3}{1.0 \times 16.7 \times 500} = 24 \text{ mm} < 2a'_s = 2 \times 50 = 100 \text{ mm} < x_b = \xi_b h_0 = 0.482 \times 450 = 217 \text{ mm}$$

属于大偏心受压

$$e' = e_i - \frac{h}{2} + a'_s = 1520 - \frac{500}{2} + 50 = 1320 \text{ mm}$$

4) 计算钢筋面积  $A'_s$  和  $A_s$

$$A'_s = A_s = \frac{Ne'}{f_y (h_0 - a'_s)} = \frac{200 \times 10^3 \times 1320}{435 \times (450 - 50)} = 1517 \text{ mm}^2$$

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