

习题一 答案

- 1、增加 、 降低、降低。
- 2、装配式 、 整体式、装配整体式。
- 3、应变。
- 4、绑扎搭接 、 焊接 、 机械连接。
- 5、安全性、适用性、耐久性。
- 6、均匀地、固定。
- 7、正截面、斜截面。
- 8、宽度、有效高度。
- 9、受拉屈服。
- 10、外荷载、压力。
- 11、混凝土、箍筋。
- 12、材料图、实际。
- 13、钢筋锈蚀、牢固粘结。
- 14、弯矩、1.5~2.5。
- 15、变形。
- 16、之外、之间。
- 17、 ηe_0 、 $0.3h_0$ 、 ξ 、 ξ_b 。
- 18、HRB335、HRB400。
- 19、杆式构件、非杆式构件。
- 20、0.8%~2%、5%。



习题二 答案

1、(1) 截面的弯矩较大（按单筋矩形截面计算所得的 ξ 又大于 ξ_b ），而梁截面尺寸受到限制，混凝土强度等级又不能提高时，即在受压区配置钢筋以补充混凝土受压能力的不足；(2) 截面承受正、负变化的弯矩时，即在不同荷载组合情况下，其中在某一组合情况下截面承受正弯矩，另一种组合情况下承受负弯矩；(3) 抗震要求时，由于受压钢筋可以提高截面的延性，所以在抗震结构中要求框架梁必须配置一定比例的受压钢筋。

2、混凝土在长期荷载作用下，应力不变而应变会随时间的增长而增长的现象。减小混凝土徐变的措施有：(1) 减少水泥用量，降低水灰比，采用高强度骨料；(2) 高温高湿养护；(3) 长期所受应力不应太大，最好小于 $0.5f_c$ 。

3、(1) 截面应变保持平面；(2) 不考虑受拉区混凝土工作；(3) 当混凝土压应变 $\varepsilon_c \leq 0.002$ 时，应力应变关系为抛物线；当 $\varepsilon_c > 0.002$ 时，应力应变关系为水平线，极限压应变为 0.0033 ，对应应力为 f_c ；(4) 受拉区纵向受力钢筋的应力为 f_y 。

4、结构的承载力极限状态指结构或构件达到了最大的承载力或者不适于继续承载的变形。具体表现为以下几种情况：(1) 结构或构件达到最大承载力（包括疲劳）；(2) 结构整体或其中一部分作为刚体失去平衡（如倾覆、滑移）；(3) 结构塑性变形过大而不适于继续使用；(4) 结构形成几何可变体系（超静定结构中出现足够多塑性铰）；(5) 结构或构件丧失稳定（如细长受压构件的压曲失稳）。

5、(1) 选择结构布置方案；(2) 确定结构计算简图并进行荷载计算；(3) 板、主梁、次梁分别进行内力计算；(4) 板、主梁、次梁分别进行截面配筋计算；(5) 根据计算和构造要求绘制楼盖结构施工图。



6、钢筋混凝土受弯构件的正截面破坏有三种破坏形态，分别为适筋破坏、超筋破坏和少筋破坏。

特点：适筋破坏：受拉钢筋先屈服，维持应力不变而发生显著的塑性变形，直到受压区边缘纤维的应变达到混凝土受弯的极限压应变时，受压区混凝土被压碎，截面即告破坏，属延性破坏。

超筋破坏：在钢筋拉应力未达屈服强度之前，受压区混凝土先被压碎，构件即破坏，属脆性破坏。

少筋破坏：受拉区一旦开裂，拉力几乎全部由钢筋承担，由于钢筋配置过少，其迅速屈服，进入强化阶段，此时钢筋塑性伸长量很大，裂缝开展过宽，梁将严重下垂，标志着梁的破坏，属脆性破坏。

7、(1)纵筋弯起点应在其充分利用点对应截面向外，沿水平距离不小于 $0.5h_0$ ；(2)纵筋一般不再受拉区截断；(3)纵筋截断点应在其理论截断点对应截面外，沿水平距离不应小于 h_0 和 $20d$ ，还应满足其他相应要求；(4)支座内的纵向钢筋应有足够锚固长度，以防止斜裂缝形成后，纵筋被拔出。

8、(1)斜压破坏：当剪跨比较小($\lambda < 1$)时，或箍筋配置过多时易出现。此破坏系由梁中主压应力所致，类似于正截面承载力中的超筋破坏，表现为混凝土压碎。这种破坏多数发生在剪力大而弯矩小的区段，以及梁腹板很薄的 T 形截面或工字形截面梁内。破坏时混凝土被腹剪斜裂缝分割成若干个斜向短柱而被压坏，破坏是突然发生；(2)剪压破坏：当剪跨比一般($1 < \lambda < 3$)时，箍筋配置适中时出现。此破坏系由梁中剪压区压应力和剪应力联合作用所致，类似于正截面承载力中的适筋破坏，但属脆性破坏，只是脆性不如其它两种破坏明显。其破坏特征是在剪弯区段的受拉区边缘先出现一些垂直裂缝，它们沿竖向延伸一小段长度后，



就斜向延伸形成一些斜裂缝，而后再产生一条贯穿的较宽的主要斜裂缝（临界斜裂缝），临界斜裂缝出现后迅速延伸，使斜截面剪压区的高度缩小，最后导致剪压区的混凝土破坏，使斜截面丧失承载力；（3）斜拉破坏：当剪跨比较大($\lambda > 3$)时，或箍筋配置不足时出现。此破坏系由梁中主拉应力所致，当斜裂缝一出现梁即破坏，破坏呈明显脆性，类似于正截面承载力中的少筋破坏。其特点是当垂直裂缝一出现，就迅速向受压区斜向伸展，斜截面承载力随之丧失。



习题三 答案

1、解：查附录 2 表 1 和表 3 得 $f_c = 9.6 \text{ N/mm}^2$, $f_y' = f_y = 300 \text{ N/mm}^2$

$$h_0 = h - a = 650 - 45 = 605 \text{ mm}$$

$$\alpha_s = \frac{KM}{f_c b h_0^2} = \frac{1.2 \times 225 \times 10^6}{9.6 \times 250 \times 610^2} = 0.307$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.307} = 0.379 < \alpha_1 \xi_b = 0.468, \text{ 故不超筋。}$$

$$A_s = \frac{f_c b \xi h_0}{f_y} = \frac{9.6 \times 250 \times 0.379 \times 610}{300} = 1850 \text{ mm}^2 > \rho_{\min} b h_0 = 305 \text{ mm}^2, \text{ 故不少筋。}$$

$$\text{选筋: } 4\Phi 25 \text{ (} 1964 \text{ mm}^2 \text{)}, \frac{1}{4} \times 3.14 \times 25^2 n = 1884 \text{ mm}^2, n = 3.8, \text{ 取 } n = 4。$$

$$\text{布筋: } 2 \times 30 + 4 \times 25 + 3 \times 25 = 235 \text{ mm} < 250 \text{ mm}, \text{ 满足要求。}$$

2、解：（1）截面尺寸验算

$$h_w = h_0 = h - a = 500 - 45 = 455 \text{ mm}$$

$$h_w / b = 455 / 200 = 2.275 < 4.0, \text{ 则应满足 } k v \leq 0.25 f_c b h_0$$

$$\text{又 } 0.25 f_c b h_0 = 0.25 \times 16.7 \times 200 \times 455 = 379.925 \text{ kN} > k v = 1.2 \times 150 = 180 \text{ kN}$$

故截面尺寸满足要求。

（2）箍筋间距计算

$$\text{查表得 } f_t = 1.57 \text{ N/mm}^2,$$

$$V_c = 0.7 f_t b h_0 = 0.7 \times 1.57 \times 200 \times 455 = 100.009 \text{ kN} < K V = 180 \text{ kN}$$

应由计算确定腹筋

$$\text{由 } K V = V_c + V_{sv} = V_c + 1.25 f_{yv} \frac{A_{sv}}{S} h_0$$

$$\text{所以 } S = \frac{1.25 A_{sv} f_{yv} h_0}{K V - V_c} = \frac{1.25 \times 2 \times 50.3 \times 210 \times 455}{(180 - 100.9) \times 10^3} \approx 151.90 \text{ mm}$$

$$\text{取 } S = 150 \text{ mm} < S_{\max} = 200 \text{ mm}$$



(3) 最小配筋率复核

$$\rho_{sv} = \frac{A_{sv}}{b_s} = 2 \times 50.3 / 200 \times 150 = 0.34\% > \rho_{sv\min} = 0.15\%$$

满足最小配筋率要求，故取箍筋间距 $S=150\text{mm}$ 。

3、解：已知 $f_c = 14.3\text{N/mm}^2$, $f_y = f'_y = 300\text{N/mm}^2$, $a' = 40\text{mm}$

$$\alpha = 65\text{mm}, \gamma_d = 1.2, \varphi = 1.0, \gamma_0 = 1.0 \quad (\text{故 } \gamma = \gamma_d \gamma_0 \varphi = 1.2)$$

查表 3-1 知 $\alpha_{sb}^0 = 0.399$

(1) 判断截面配置为单筋双筋

$$\alpha_s = \frac{\gamma M}{f_c b h_0^2} = \frac{1.2 \times 280.1 \times 10^6}{14.3 \times 250 \times 435^2} = 0.496 > \alpha_{sb}^0 = 0.399$$

由于 $\alpha_s > \alpha_{sb}^0$ ，即 $\xi > 0.85\xi_b$ ，不满足条件，需按双筋截面配筋

(2) 算受压钢筋截面面积 A'_s ，受拉区 A_s

$$A'_s = \frac{\gamma M - \alpha_{sb}^0 \cdot f_c b h_0^2}{f'_y (h_0 - \alpha') } = \frac{1.2 \times 280.1 \times 10^6 - 0.399 \times 14.3 \times 250 \times 435^2}{300 \times (435 - 40)} = 558.69\text{mm}^2$$

$$A_s = \frac{f_c b \alpha_1 \xi_b h_0 + f'_y A'_s}{f_y} = \frac{14.3 \times 250 \times 1.0 \times 0.55 \times 435 + 300 \times 58.69}{300} = 3409.75\text{mm}^2$$

(3) 配筋 (查附录表 1)

受拉钢筋 $7\Phi 25 (A_s = 3436\text{mm}^2)$ ，受压钢筋 $3\Phi 16 (A'_s = 603\text{mm}^2)$

4、解：已知 $f_c = 14.3\text{N/mm}^2$, $f_y = f'_y = 300\text{N/mm}^2$, $\rho_{\min} = \rho'_{\min} = 0.20\%$, $K=1.2$

(1) 计算 η 值

$$\frac{l_0}{h} = \frac{3600}{400} = 9 > 8, \text{ 故应考虑纵向弯曲影响}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{150 \times 10^6}{290 \times 10^3} = 517\text{mm} > \frac{h_0}{30} = \frac{360}{30} = 12\text{mm}$$

故按实际偏心距 $e_0 = 517\text{mm}$ 计算

$$\zeta_1 = \frac{0.5 f_c A}{k N} = \frac{0.5 \times 14.3 \times 300 \times 400}{1.2 \times 290 \times 10^3} = 2.47 > 1, \text{ 故取 } \zeta_1 = 1$$

由于 $\frac{l_0}{h} = 9 < 15$ ，所以取 $\zeta_2 = 1$



$$\eta = 1 + \frac{1}{1400 \frac{e_0}{h_0}} \left(\frac{l_0}{h} \right)^2 \zeta_1 \zeta_2 = 1 + \frac{1}{1400 \times \frac{517}{360}} \times 9^2 \times 1 \times 1 = 1.04$$

(2) 判断大小偏心

$$\eta e_0 = 1.04 \times 517 = 537.8 \text{ mm} > 0.3h_0 = 0.3 \times 360 = 108 \text{ mm}$$

所以按大偏心受压构件计算

(3) 计算 A'_s

$$e = \eta e_0 + \frac{h}{2} - a = 1.04 \times 517 + \frac{400}{2} - 40 = 697.8 \text{ mm}$$

$$\text{HRB335 钢筋查表 3-1, } \xi_b = 0.550, \alpha_{sb} = \xi_b(1 - 0.5\xi_b) = 0.399$$

取 $\alpha_s = \alpha_{sb}$

$$\begin{aligned} A'_s &= \frac{KNe - \alpha_{sb} f_c b h_0^2}{f_y' (h_0 - \alpha')} = \frac{1.2 \times 290 \times 10^3 \times 697.8 - 0.399 \times 14.3 \times 300 \times 360^2}{300 \times (360 - 40)} \\ &= 218.72 \text{ mm}^2 > \rho_{\min}' b h_0 = 216 \end{aligned}$$

(4) 计算 A_s

$$\alpha_s = \frac{KNe - f_y' A'_s \cdot (h_0 - \alpha')}{f_c b h_0^2} = \frac{1.2 \times 290 \times 10^3 \times 697.8 - 300 \times 218.72 \times (360 - 40)}{300 \times 300 \times 360^2} = 0.019$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.019} = 0.019 < \xi_b = 0.550, \text{ 故不超筋}$$

$$x = \xi h_0 = 0.019 \times 360 = 6.9 \text{ mm} < 2\alpha' = 80 \text{ mm}, \text{ 取 } x = 80 \text{ mm}$$

$$e' = \eta e_0 - \frac{h}{2} + a' = 377.8 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{KNe'}{f_y (h_0 - a')} = \frac{1.2 \times 290 \times 10^3 \times 377.8}{300 \times (360 - 40)} = 1369.5 \text{ mm}^2 > \rho_{\min} b h_0 = 216 \text{ mm}^2$$

受拉区选用 $7\Phi 25 (A_s = 1407 \text{ mm}^2)$

受压区选用 $2\Phi 12 (A'_s = 226 \text{ mm}^2)$

