

苏州科技学院 混凝土结构设计原理 综合测试 07 参考答案

使用专业：土木工程

命题教师：

教研室审定：

一、填空题（满分 25 分，每空 1 分）

1、越高、越差

2、良好的粘结力、温度线膨胀系数接近、混凝土的碱性环境

3、减少、增加

4、越小

5、 $x \geq 2a'_s$ 、 $x \leq \xi_b h_0$

6、 λ 、 f_c 、 ρ 及其强度

7、增大、减少

8、 528mm^2 (注:2根16的面积为 402mm^2 、2根12的面积为 226mm^2 。 $(402-226) \times 3 = 528\text{mm}^2$)

9、 $\xi \leq \xi_b$ 、 A_s 不屈服、混凝土压碎，脆性破坏

10、而变化、减小

11、裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数、小、直接承受重复荷载

12、不小于、先张法的预应力损失比后张法大

13、 $\sigma_{con} - \sigma_l - \alpha_E \sigma_{pc}$

二、选择题（满分 15 分，每小题 1 分）

1、(D)； 2、(D)； 3、(B)； 4、(A)；

5、(A)； 6、(ABCD)； 7、(A)； 8、(D)；

9、(A)； 10、(C)； 11、(A)； 12、(B)；

13、(B)； 14、(A)； 15、(C)

三、是非题（满分 10 分，每小题 1 分）

1、(对)；

2、(对)；

3、(错)； ... 承载能力极限状态。

4、(对)；

5、(错)； ... 正截面受弯承载力。

6、(对)；

7、(错)； ... M 越大越不安全。

8、(错)； ... 工作程度越小。

9、(对)；

10、(对)；

四、问答题（每小题 5 分，共 20 分）

1 答：（5 分）

(1) 对于图 (1), 即在 $\rho < \rho_{\min}$ 时, 其破坏特征是: 一旦混凝土开裂, 钢筋立刻强化、甚至拉断, 梁即刻破坏, 属于脆性破坏。其极限弯矩 M_u 等于开裂弯矩 M_{cr} 。在工程中该类梁不应使用。

(2) 对于图 (2), 即在 $\rho = \rho_{\min}$ 时, 其破坏特征是: 一旦混凝土开裂, 钢筋立刻屈服、最后受压区混凝土压碎而破坏, 属于延性破坏。其极限弯矩 M_u 等于开裂弯矩 M_{cr} 。在工程中该类梁可以使用。

(3) 对于图 (3), 即在 $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$ 时, 其破坏特征是: 一旦混凝土开裂, 钢筋没有屈服, 继续加载, 钢筋先屈服, 然后受压区混凝土压碎而破坏, 属于延性破坏。其极限弯矩 $M_u = \alpha_s \alpha_{lf} b h_0^2$ 。在工程中该类梁使用最广泛。

(4) 对于图 (4), 即在 $\rho = \rho_{\max}$ 时, 其破坏特征是: 一旦混凝土开裂, 钢筋没有屈服, 继续加载, 最后钢筋屈服与受压区混凝土压碎同时发生, 构件破坏, 属于延性破坏。其极限弯矩 $M_u = \alpha_{s, \max} \alpha_{lf} b h_0^2$ 。在工程中该类梁可以使用。

(5) 对于图 (5), 即在 $\rho > \rho_{\max}$ 时, 其破坏特征是: 一旦混凝土开裂, 钢筋应力的增量较小, 裂缝细而密, 继续加载, 钢筋始终没有屈服, 最后受压区混凝土压碎而破坏, 属于脆性破坏。其极限弯矩 $M_u = \alpha_{s, \max} \alpha_{lf} b h_0^2$ 。在工程中该类梁不宜使用。

2 答: (5 分)

(1) 裂缝是由于钢筋与混凝土之间粘结应力在一定长度上的积累使截面混凝土达到抗拉强度而出现的, 同时钢筋与混凝土之间的粘结应力是有限的 (粘结强度即是粘结应力的上限值)。

(2) 因此, 当裂缝发展到一定程度, 即裂缝间距为某一值时, 从两条相邻的裂缝向内通过钢筋与混凝土之间粘结应力的积累再也不能使它们中间的混凝土达到抗拉强度时, 就不会出现新的裂缝。记最小裂缝间距为 l , 那么当裂缝间距在 l 与 $2l$ 之间时, 就不会出现新的裂缝。

3 答: (5 分)

(1) 在某一荷载作用下, 钢筋混凝土受弯构件的刚度是随截面弯矩的变化而变化的。因此在进行挠度验算时, 必须对刚度作某种假定, 才能使挠度验算变得可行。

(2) 最小刚度原则就是这样的一种假定, 其假定同号弯矩区段的刚度相等, 并取最大弯矩截面的刚度作为该弯矩区段的刚度。

(3) 可见最小刚度原则是取用较小的刚度来计算受弯构件的挠度, 其挠度计算值必然大于实际值。根据验算条件, 将挠度计算值限制在某一范围之内, 其实际值必然符合验算条件。因此采用最小刚度原则是满足工程要求的。

4 答: (5 分)

(1) 小偏心受压构件承受的轴向力 N 通常较大, 其偏心方向的截面高度通常较另一方向为大, 即构件在偏心方向的长细比较小。

(2) 与偏心方向相垂直方向的截面宽度通常较小, 即构件在与偏心方向相垂直方向的长细比较大, 稳定系数 φ 较小, 导致轴心受压承载力较低。

鉴于上述两个原因, 小偏心受压构件的承载力可能由与偏心方向相垂直方向的轴心受压控制, 因此对小偏心受压构件需作轴心受压验算。

五、计算题 (满分 15 分)

解:

(本题属于截面复核问题。A 点按轴心受压计算受压承载力 N_u 、B 点按大小偏心界限破坏计算 N_u 和 M_u 、C 点按纯弯计算 M_u 、D 点按轴心受拉计算受拉承载力 N_u)

1、A 点按轴心受压计算受压承载力 N_u (3 分)

$$\frac{l_0}{b} = \frac{3000}{400} = 7.5 < 8, \text{ 故 } \varphi = 1.0$$

$$\frac{A_s + A'_s}{bh} = 0.0114 \begin{cases} > 0.6\% \\ < 3\% \end{cases}$$

$$N_u = 0.9\varphi [f_c A + f'_y (A_s + A'_s)] = 2880.72 \text{ kN}$$

2、B 点按大小偏心界限破坏计算 N_u 和 M_u (7 分)

(1) 验算最小、最大配筋率

由轴心受压时的计算可知, 配筋率满足要求。

(2) 求 N_u

$$h_0 = h - a_s = 459 \text{ mm}$$

$$N_u = N_b = \alpha_1 f_c b \xi_b h_0 = 1131.75 \text{ kN}$$

(3) 求 e

$$e = \frac{\alpha_{s, \max} \alpha_1 f_c b h_0^2 + f'_y A'_s (h_0 - a'_s)}{N_u} = 491.7 \text{ mm}$$

(4) 求 η (为含有 e_i 的表达式)

$$\frac{l_0}{h} = 6 \begin{cases} > 5 \\ < 15 \end{cases} \quad \text{所以 } \eta \neq 1.0, \zeta_2 = 1.0$$

$$\zeta_1 = \frac{0.5 f_c A}{N_u} = 1.05 > 1.0, \text{ 所以取 } \zeta_1 = 1.0$$

$$\eta = 1 + \frac{1}{1400 \frac{e_i}{h_0}} \left(\frac{l_0}{h} \right)^2 \zeta_1 \zeta_2 = 1 + \frac{11.80}{e_i}$$

(5) 求 e_0

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

$$\text{由} \begin{cases} e = \eta e_i + h/2 - a_s \\ e_i = e_0 + e_a \end{cases} \Rightarrow e_0 = 250.9\text{mm}$$

(6) 求 M_u

$$M_u = N_u e_0 = 283.96\text{kN.m}$$

3、C 点按纯弯计算 M_u (4 分)

(C 点应按单筋和双筋分别计算，最后取两者中的较大值)

(1) 按单筋计算 M_u

$$x = \frac{f_y A_s}{\alpha_1 f_c b} = 86.2\text{mm} > 2a'_s = 82\text{mm}$$

对于对称配筋构件，由 $x > 2a'_s$ 可知，按双筋计算的 M_u 比按单筋计算的大，故可直接按双筋计算 M_u

(2) 按双筋计算 M_u

$$\text{由于是对称配筋，故 } M_u = f_y A_s (h_0 - a'_s) = 171.55\text{kN.m}$$

4、D 点按轴心受拉计算受拉承载力 N_u (1 分)

$$N_u = f_y (A_s + A'_s) = 820.8\text{kN}$$

5、计算结果 (该步骤不计分)

A 点: $N_u = 2880.72\text{kN}$ (压力)

B 点: $N_u = 1131.75\text{kN}$ (压力); $M_u = 283.96\text{kN.m}$

C 点: $M_u = 171.55\text{kN.m}$

D 点: $N_u = 820.80\text{kN}$ (拉力)

六、计算题 (满分 15 分)

解:

(该梁为试验梁，其计算特点是材料强度应采用实测值，荷载应采用实际值)

1、求控制内力 M 、 V (3 分)

(1) 荷载计算 (此步骤可穿插在 (2) 中)

$$\text{梁自重产生的均布荷载 } q = 0.15 \times 0.3 \times 25 = 1.125\text{kN}$$

(2) 求控制内力 M 、 V

$$\text{正截面控制截面在跨中，其控制内力 } M = 0.75P + ql^2/8 = 0.88 + 0.75P \text{ (kN.m)}$$

$$\text{斜截面控制截面在支座内侧，其控制内力 } V = P + ql/2 = 1.41 + P \text{ (kN)}$$

2、计算 f_c 、 f_t (此步骤可穿插在其它步骤中，不计分)

$$f_c = 0.76 f_{cu} = 11.932\text{N/mm}^2$$

$$f_t = 0.395 f_{cu}^{0.55} = 1.796\text{N/mm}^2$$

3、求由正截面承载力 M_u 控制的 P_m (5 分)

(1) 验算最小配筋率 (此步骤可穿插在其它步骤中，不计分)

$$\rho_{\min} = (0.002, 0.45f_t/f_y) = 0.00207$$

$$A_s = 509 \text{ mm}^2 > \rho_{\min} bh = 93.15 \text{ mm}^2 \quad (\text{满足})$$

(2) 求 M_u

(因箍筋为封闭式, 且其间距和直径符合配有计算受压钢筋的要求, 所以应按双筋截面计算)

$$x = \frac{f_y A_s - f'_y A'_s}{\alpha_1 f_c b} = \frac{390 \times 509 - 280 \times 101}{1.0 \times 11.932 \times 150} = 95.11 \text{ mm} \begin{cases} > 2a'_s = 48 \text{ mm} \\ < \xi_b h_0 = 136.3 \text{ mm} \end{cases}$$

$$M_u = \alpha_1 f_c b x (h_0 - 0.5x) + f'_y A'_s (h_0 - a'_s) = 45.02 \text{ kN.m}$$

(3) 求 P_m

$$\text{由 } M = M_u \text{ 得到 } P_m = 58.85 \text{ kN}$$

4、求由斜截面承载力 V_u 控制的 P_v (6分)

(1) 验算箍筋间距、直径和配箍率是否满足要求

假定 $V_u > 0.7f_t b h_0 = 51.11 \text{ kN}$ 则有

$$\rho_{sv, \min} = 0.24f_t/f_{yv} = 0.00154, \quad s_{\max} = 150 \text{ mm}$$

$$\rho_{sv} = A_{sv}/(bs) = 0.00314 > \rho_{sv, \min} \quad (\text{满足})$$

$$s = 120 \text{ mm} < s_{\max} = 150 \text{ mm} \quad (\text{满足})$$

$$d = 6 \text{ mm} = d_{\min} = 6 \text{ mm} \quad (\text{满足})$$

(2) 求由截面条件控制的 P_{v1}

$$h_w/b = 1.81 < 4$$

$$0.25\beta_c f_c b h_0 = 121.26 \text{ kN}$$

$$\text{由 } V = 121.26 \text{ kN} \Rightarrow P_{v1} = 119.85 \text{ kN}$$

(3) 求由斜截面承载力 V_u 控制的 P_{v2}

(根据题意, 选用集中荷载作用下独立梁的公式计算)

$$\lambda = a/h_0 = 2.77 \begin{cases} > 1.5 \\ < 3 \end{cases}$$

$$V_u = \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 = 69.68 \text{ kN}$$

$$\text{由 } V = 69.68 \text{ kN} \Rightarrow P_{v2} = 68.27 \text{ kN}$$

($P_{v2}/V = 0.98$, 可见选用集中荷载作用下独立梁的公式计算是正确的)

(4) 确定 P_v

$$P_v = (P_{v1}, P_{v2})_{\min} = 68.27 \text{ kN}$$

5、梁的破坏荷载 P (1分)

$$P = (P_v, P_m)_{\min} = 58.85 \text{ kN}$$

可见该梁是正截面破坏, 不会发生剪压破坏。