



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

混凝土结构设计原理

受弯构件正截面承载力计算

08-单筋矩形截面正截面承载力计算-

例题

主讲：吴立朋 博士

设计例题1

例 2-1 矩形截面梁的尺寸 $b \times h = 300\text{mm} \times 500\text{mm}$, 弯矩计算值 $M = \gamma_0 M_d = 115\text{kN} \cdot \text{m}$, 采用 C30 混凝土和 HRB335 钢筋。I 类环境条件, 安全等级为二级。按单筋截面计算所需纵向钢筋截面面积。

解: 根据已给的材料, 分别由附表 1-1、附表 1-3 查得 $f_{cd} = 13.8\text{MPa}$, $f_{sd} = 1.39\text{MPa}$, $f_{sd} = 280\text{MPa}$ 。由表 1-1 查得 $\xi_b = 0.56$ 。

现采用绑扎钢筋骨架, 布置一层钢筋, 假设 $a_s = 40\text{mm}$, 则有效高度计算值 $h_0 = 500 - 40 = 460\text{mm}$ 。

设计例题1

1) 求受压区高度 x

将各已知值代入式(2-2), 得

$$115 \times 10^6 = 13.8 \times 300x \left(460 - \frac{x}{2} \right)$$

整理后得到

$$x^2 - 920x + 55\,556 = 0$$

解得

$$x_1 = 855\text{mm} (\text{大于梁高, 舍去})$$

$$x_2 = 65\text{mm} < \xi_b h_0 (= 0.56 \times 460 = 258\text{mm})$$

设计例题1

2) 求所需钢筋数量 A_s

将各已知值及 $x_2 = 65\text{mm}$ 代入式(2-1), 得到

$$A_s = \frac{f_{cd}bx}{f_{sd}} = \frac{13.8 \times 300 \times 65}{280} = 961\text{mm}^2$$

3) 选择并布置钢筋

选取 $4 \phi 18 (A_s = 1018\text{mm}^2)$, 布置如图 2-2 所示。

设计用混凝土保护层厚度 $c = 30\text{mm}$, 由附表 1-6 查得 $\phi 18$ 的外径为 20.5mm , 则 $a_s = 30 + 20.5/2 = 40\text{mm}$, 有效高度 $h_0 = 460\text{mm}$ 。

最小配筋率(%)计算: $45(f_{td}/f_{sd}) = 45(1.39/280) = 0.22\%$, 且不应小于 0.2% , 故取 $\rho_{\min} = 0.22\%$ 。实际配筋率 $\rho = \frac{A_s}{bh_0} =$

$\frac{1018}{300 \times 460} = 0.7\% > \rho_{\min} (=0.22\%)$ 。钢筋布置满足要求。

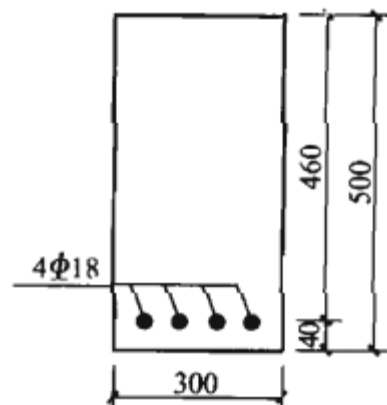


图 2-2 例 2-1 截面钢筋布置
(尺寸单位: mm)

设计例题2

例 2-3 矩形截面梁截面尺寸 $b \times h = 200\text{mm} \times 400\text{mm}$, 截面处最大弯矩计算值 $M = 150\text{kN} \cdot \text{m}$ 。采用 C30 混凝土和 HRB335 钢筋。I 类环境条件, 安全等级为二级。按单筋矩形截面计算所需的纵向钢筋截面面积。

解: 根据已给的材料, 分别由附表 1-1、附表 1-3 查得 $f_{cd} = 13.8\text{MPa}$, $f_{sd} \approx 280\text{MPa}$ 。由附表 1-10 查得 $\xi_b = 0.56$ 。

假设 $a_s = 40\text{mm}$, 则有效高度计算值 $h_0 = 400 - 40 = 360\text{mm}$ 。

设计例题2

1) 求受压区高度 x

将各已知值代入式(2-2), 得

$$150 \times 10^6 = 13.8 \times 200x \left(360 - \frac{x}{2} \right)$$

解得

$$x = 215\text{mm} > \xi_b h_0 (= 0.56 \times 360 = 201.6\text{mm})$$

不符合式(2-4)条件。计算表明为超筋梁, 会发生脆性破坏, 这种情况在工程中应予避免。此例说明在给定的条件下不能设计出单筋截面的适筋梁, 应修改截面设计, 例如加大截面尺寸, 提高混凝土强度等级或改为双筋截面等。此例要求仍按单筋截面设计, 可用修改截面尺寸和提高混凝土强度等级的方法设计此截面。

设计例题2

2)重新确定截面尺寸

这里采用仍维持截面宽度 $b=200\text{mm}$, 增大截面高度 $h>400\text{mm}$ 的方法来增加截面的有效高度。根据工程上对矩形截面梁高宽比 h/b 一般可取 $2.0\sim 2.5$ 的考虑, 现取 $h/b=2.5$, 则矩形截面高度为 $h=2.5b=2.5\times 200=500\text{mm}>400\text{mm}$ 。

(1)截面设计

假设 $a_s=45\text{mm}$, 则有效高度计算值 $h_0=500-45=455\text{mm}$ 。现计算受拉钢筋截面面积。
由式(2-2)得

$$150 \times 10^6 = 13.8 \times 200x \left(455 - \frac{x}{2} \right)$$

解得

$$x = 141\text{mm} < \xi_b h_0 (= 0.56 \times 455 = 255\text{mm})$$

将各已知值及 $x_2=141\text{mm}$ 代入式(2-1), 得到

$$A_s = \frac{f_{sd}bx}{f_{sd}} = \frac{13.8 \times 200 \times 141}{280} = 1390\text{mm}^2$$

选取 $3\phi 25 (A_s=1473\text{mm}^2)$, 截面布置如图 2-4 所示。

截面实际配筋率为

$$\rho = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{1473}{200 \times 455} = 1.62\% > \rho_{\min} (= 0.22\%) (\text{见例 2-1})$$

例题2之校核

(2) 截面复核

由式(2-1)可得

$$\begin{aligned}x &= \frac{f_{sd}A_s}{f_{cd}b} \\&= \frac{280 \times 1473}{13.8 \times 200} \\&= 149\text{mm} < \xi_b h_0 (= 0.56 \times 455 = 254.8\text{mm})\end{aligned}$$

不会发生超筋现象。抗弯承载力 M_{ul} 由式(2-2)得

$$\begin{aligned}M_{ul} &= f_{cd}bx \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) \\&= 13.8 \times 200 \times 149 \times \left(455 - \frac{149}{2} \right) \\&= 156 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm} = 156 \text{kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

故截面的最大抗弯承载力为 $156 \text{kN} \cdot \text{m}$ ，且大于最大弯矩计算值 $M=150 \text{kN} \cdot \text{m}$ 。

设计例题2

3) 提高混凝土强度级别

截面尺寸不变, 将混凝土由 C30 增加到 C55。由附表 1-1 查得 $f_{cd} = 24.4 \text{MPa}$ 。

(1) 截面设计

假设 $a_s = 45 \text{mm}$, 则有效高度计算值 $h_0 = 400 - 45 = 355 \text{mm}$ 。现计算受拉钢筋截面面积。
由式(2-2)得

$$150 \times 10^6 = 24.4 \times 200x \left(355 - \frac{x}{2} \right)$$

解得

$$x = 101 \text{mm} < \xi_b h_0 (= 0.56 \times 355 = 198.8 \text{mm})$$

将各已知值及 $x_2 = 101 \text{mm}$ 代入式(2-1), 得到

$$A_s = \frac{f_{cd} b x}{f_{sd}} = \frac{24.4 \times 200 \times 101}{280} = 1760 \text{mm}^2$$

选取 $4 \phi 25 (A_s = 1964 \text{mm}^2)$, 截面布置如图 2-5 所示。

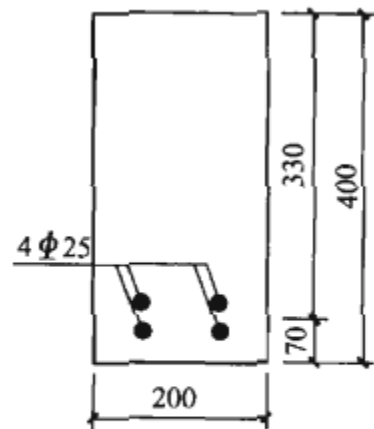


图 2-5 例 2-3 截面钢筋布置
(尺寸单位: mm)

设计例题2

截面实际配筋率为

$$\rho = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{1964}{200 \times 330} = 2.98\% > \rho_{\min} = 45(f_{td}/f_{sd}) = 45(1.89/280) = 0.3\%$$

