

3.1 题:

答 (1) 按制作方法的不同分为型钢截面和组合截面两大类。型钢截面又可分为 热轧型钢和冷弯薄壁型钢两种。组合截面按连接方法和使用材料的不同,可分为 焊接组合截面(焊接截面)、铆接组合截面、钢和混凝土组合截面等。(2) 型钢和 组合截面应优先选用型钢截面,它具有加工方便和成本较低的优点。

3.7 题:

解: 由附录 1 中附表 1 可得 I20a 的截面积为 3550mm^2 , 扣除孔洞后的净面积为 $A_n = 3550 - 21.5 \times 7 \times 2 = 3249\text{mm}^2$ 。工字钢较厚板件的厚度为 11.4mm , 故由附录 4 可得 Q235 钢材的强度设计值为 $f = 215\text{N/mm}^2$ 。构件的压应力为 $\sigma = \frac{N}{A_n} = \frac{138.5 \times 10^3}{3249} = 42.6\text{N/mm}^2 < 215\text{N/mm}^2$, 即该柱的强度满足要求。

新版教材工字钢为竖放, 故应计入工字钢的自重。

工字钢 I20a 的重度为 27.9kg/m , 故

$$N_a = 27.9 \times 6 \times 9.81 \times 1.2 = 1971\text{N};$$

构件的拉应力为 $\sigma = \frac{N_a}{A_n} = \frac{1971}{3249} = 0.607\text{N/mm}^2 < 215\text{N/mm}^2$, 即该柱的强度满足 $A_n = 3249\text{mm}^2$ 要求。

3.8 题:

解: 1、初选截面

假定截面钢板厚度 $t = 16\text{mm}$, 强度设计值取 $f = 215\text{N/mm}^2$ 。

可变荷载控制组合: $q = 1.2 \times 10.2 + 1.4 \times 25 = 47.24\text{kN/m}$,

永久荷载控制组合: $q = 1.35 \times 10.2 + 1.4 \times 0.7 \times 25 = 38.27\text{kN/m}$

简支梁的支座反力(未计梁的自重) $R = ql/2 = 129.91\text{kN}$ 。跨中的最大弯矩为

$M_{max} = q l^2 / 8 = 47.24 \times 5.52^2 / 8 = 178.63 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ，梁所需净截面抵抗矩为 $W_{nx} = M_{max} / f = 178.63 \times 10^6 / 1.05 \times 215 = 791274 \text{ mm}^3$

$$W_{nx} = \frac{M_{max}}{f} = \frac{178.63 \times 10^6}{1.05 \times 215} = 791274 \text{ mm}^3$$

梁的高度在净空方面无限值条件；依刚度要求，简支梁的容许挠度为 $1/250$ 参照表 3-2 可知其容许最小高度为

$$l \leq 5500 \sqrt[3]{24} = 24$$

按经验公式可得梁的经济高度为

$$h_e = \sqrt[3]{W_{nx} / 7} = \sqrt[3]{791274 / 7} = 347 \text{ mm}$$

由净截面抵抗矩、最小高度和经济高度，按附录 1 中附表 1 取工字钢 I36a 相应的截面抵抗矩 $W_{nx} =$

$875000 > 791274 \text{ mm}^3$ ，截面高度 $h = 360 > 229 \text{ mm}$ 且和经济高度接近。按附录 1 中附表 5 取窄翼缘 H 型

钢 HN400X 150X8X13，截面抵抗矩

$$W_{nx} = 942000 > 791274 \text{ mm}^3, \text{截面高度 } h = 400 > 229 \text{ mm}。$$

普通工字钢梁翼缘的外伸宽度为

$$b_1 = (136 - 10) / 2 = 63 \text{ mm} \approx 3.99 t < 13 t = 13, \text{故翼缘板的局部稳定可 } t = 13.0$$

可以保证，且截面可考虑部分塑性发展。

窄翼缘型钢梁的翼缘的外伸宽度为

$$b_1 = (150 - 8) / 2 = 71 \text{ mm} \approx 0.46 t < 13 / 235 t = 13, \text{故翼缘板的局部稳定可 } t = 1$$

可以保证，且截面可考虑部分塑性发展。

2、验算截面

(1) 普通工字钢 I36a 截面的实际几何性质计算：

$$A = 7630 \text{ mm}^2, I_x = 157600000 \text{ mm}^4, W_x = 875000 \text{ mm}^3,$$

$$I_x / S_x = 307 \text{ mm},$$

梁自重估算，由荷规附录 A 得钢的重度为 78.5 kN/m^3 ，梁的自重为

$$g = 7630 \times 10^{-6} \times 1.2 \times 78.50 = 719 \text{ kN/m, 修正为}$$

$$g = 7630 \times 10^{-6} \times 78.50 = 60 \text{ kN/m}$$

自重产生的跨中最大弯矩为

$$M_g = 0.60 \times 1.2 \times 5.5^2 \times 2.72 \text{ kN m, 式中 } 1.2 \text{ 为可变荷载控制组合对应的荷载分 0}$$

项系数。跨中最大总弯矩为

$$M_x = 178.63 + 2.72 = 181.35 \text{ kN m, A}$$

A 点的最大正应力为

$$\sigma = \frac{181.35 \times 10^6}{1.05 \times 87500} = 197.39 \text{ N/mm}^2 < f = 215 \text{ N/mm}^2 \quad (t_{max} = 15.8 < 16)$$

B 点的最大-剪应力为

$$V_{max} = (47.24 + 0.60 \times 1.2) \times 5.5 = 31.289 \text{ kN}$$

$$\tau = \frac{131.89 \times 10^3}{307 \times 10} = 429.6 \text{ N/mm}^2 < f_v = 125 \text{ N/mm}^2 \quad (t_{max} = 15.8 < 16)$$

故由以上分析可知，该普通工字钢等截面钢梁满足强度要求。

(2) 窄翼缘型钢 HN400X 150X8X13 截面的实际几何性质计算：

$$A = 7112 \text{ mm}^2, \quad I_x = 188000000 \text{ mm}^4, \quad W_x = 942000 \text{ mm}^3,$$

梁自重估算，由荷规附录 A 得钢的重度为 $78.50/11 \text{ kN/m}^3$ 梁的自重为

$$g = 7112 \times 10^{-6} \times 1.2 \times 78.50 = 670 \text{ kN/m 修正为}$$

$$g = 7112 \times 10^{-6} \times 78.50 = 56 \text{ kN/m}$$

自重产生的跨中最大弯矩为

$$M_g = 0.56 \times 1.2 \times 5.5^2 \times 2.54 \text{ kN m, 式中 } 1.2 \text{ 为可变荷载控制组合对应的荷载分 0}$$

项系数。跨中最大总弯矩为

$$M_x = 178.63 + 2.54 = 181.17 \text{ kN m, A}$$

A 点的最大正应力为

$$\sigma_{\max} = \frac{181.17 \times 10^6}{1.05 \times 942000} \ll 183.17 < f = 215 \text{ N/mm}^2 \quad (t_{\max} = 13 \times 16)$$

B 点的最大剪应力为

$v_{\max} = (47.24 + 0.56 \times 1.2) \times 5.13 / 12.76 \text{ kN}$ 面积矩可近似计算如下

$$S_x = 150 \times 13 \times (400/2 - 13/2) + (200 - 13) \times 2 \times 8/2 = 517201 \text{ mm}^3,$$

$$\frac{131.76 \times 10^3 \times 517201}{1.88 \times 10^8 \times 8} \ll 45.31 < f_v = 125 \text{ N/mm}^2 \quad (t_{\max} = 135.8 < 16)$$

故由以上分析可知，该窄翼缘型钢等截面钢梁满足强度要求。

比较普通工字钢和窄翼缘型钢可发现，在相同的计算条件下采用窄翼缘型钢更加经济。

3.9 题：

解：强度验算部位：A 点的最大正应力；B 点的最大剪应力；C 点的折算应力；D 点的局部压应力和折算应力。

$$R = P = 300 \text{ kN}, \quad M_g = 300 \times 2 = 600 \text{ kNm},$$

梁截面的相关参数： $A = 800 \times 8 + 280 \times 10 \times 2 = 12000 \text{ mm}^2$

$$I_x = (280 \times 820^3 - 272 \times 800^3) / 12 = 1259920000 \text{ mm}^4,$$

腹板轴线处的面积矩

$$S = 280 \times 10 \times 405 + 400 \times 8 \times 200 = 1774000 \text{ mm}^3$$

腹板边缘处的面积矩

$$S = 280 \times 10 \times 405 = 1134000 \text{ mm}^3$$

梁的自重标准值

$$g = 12000 \times 10 \times 78.5 \times 1.2 = 1.1304 \text{ kN/m}$$

(也可按课本的方法计算，此处直接采用荷

规附录 A 提供的重度)，

$$M_g = -\frac{1}{9} \times 1.1304 \times 10^2 = -16.956 \text{ kNm}$$

跨中最大总弯矩

$$M_x = 600 + 16.956 = 616.956 \text{ kNm}。$$

A 点的最大正应力为:

由于翼缘自由外伸的宽厚比为, $\lambda = 13.6 > 13$ 故取 $\eta = 1.0$

$$\frac{616.956 \times 10^6}{1.0 \times 1259920000} = 200.77 < f = 215 \text{ N/mm}^2 \quad (t_{\max} = 10 < 16)$$

B 点的最大剪应力为:

$$V_{\max} = 300 + 1.2 \times 1.1304 \times 10 / 2 = 306.78 \text{ kN}$$

$$\frac{306.78 \times 10^3}{1259920000 \times 8} = 53.99 < f_v = 125 \text{ N/mm}^2 \quad (t_{\max} = 8 < 16)$$

C 点的折算应力为:

$$M = 306.78 \times 2 - 0.5 \times 1.1304 \times 22 \times 1.2 = 610.85 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V = 306.78 - 1.2 \times 1.1304 \times 2 = 304.07 \text{ kN}$$

$$\frac{304.07 \times 10^3}{1259920000 \times 8} = 34.21 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{610.85 \times 10^6}{1259920000} = 193.93 \text{ N/mm}^2 \quad \text{折算应力为}$$

$$\sigma_{rs} = 7\sigma_r^2 + 3\sigma_s^2 = 202.78 < 1.1f = 236.5 \text{ N/mm}^2$$

D 点的局部压应力和折算应力

$$\sigma_r = \frac{1.0 \times 300 \times 10^3}{8 \times 150} = 250 \text{ N/mm}^2 > t = 215 \text{ Mpa}$$

D 点正应力为压应力, 其值大小为 $\sigma_r = 193.93 \text{ N/mm}^2$; 剪应力向下, 大小为

$\tau = 34.21 \text{ N/mm}^2$ 。代入折算应力计算公式可得,

$$\sigma_{rs} = \sqrt{\sigma_r^2 + 3\tau^2} = 234.81 < 1.1f = 236.5 \text{ N/mm}^2, \quad \text{即 D 点的折算应力满足}$$

强度要求, 但局部压应力不满足强度要求。

故由以上分析可知, 该焊接工字型等截面钢梁不满足强度要求。

3. 10^⑩ :

解：1、初选截面

假定截面钢板厚度小于 16mm，强度设计值取 $f = 215, \gamma_v = 1.25$ ，简支梁的支座反力（未计梁的自重） $R =$

$P/2 = 750\text{kN}$ 跨中的最大弯矩为 $M_{\text{max}} = 750 \times 4 = 3000\text{kN}\cdot\text{m}$ ，梁所需净截面抵抗矩为

$$W_{\text{nx}} = \frac{M_{\text{max}}}{\gamma_v f} = \frac{3000 \times 10^6}{1.25 \times 215} = 1.105 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

梁的高度在净空方面无限值条件；按经验公式可得梁的经济高度为

$$h_e = 7 \sqrt{W_{\text{nx}}} - 300 = 7 \sqrt{1.105 \times 10^6} - 300 = 1358\text{mm}$$

考虑到梁截面高度大一些，更有利于增加刚度，初选梁的腹板高度为 $h_w = 1400\text{mm}$ 。

腹板厚度按支点处最大剪力需要确定，

$$t_w = \frac{1.5 \times 750 \times 10^3}{f_v} = 6.43\text{mm} \quad \text{按经验公式估算}$$

$t_w \approx 3.40\text{mm}$ 故选用腹板厚度为 $t_w = 10\text{mm}$ 。

修正为： $t_w = \frac{1.076 \times 10^4}{f_v} = 1.076\text{cm} = 10.76\text{mm}$ 故选用腹板厚度为 $t_w = 10\text{mm}$ 。

按近似公式计算所需翼缘板面积

$$A_{\text{f}} = \frac{W_{\text{nx}} - t_w h_w}{h_w} = \frac{1.105 \times 10^6 - 10 \times 1400}{1400} = 7159\text{mm}^2 \quad \text{初选翼缘板宽度为 } 400\text{mm}$$

则所需厚度为 $t_f = 17.9\text{mm}$ 。考虑到公式的近似性和钢梁的自重作用等因素，

选用 $t = 20\text{mm}$ 梁翼缘的外伸宽度为

$$b_1 = (400 - 10) / 2 = 195\text{mm}, \lambda = 9.75 \sqrt{13} = 35.4 < 42.5, \text{故翼缘板的局部稳定 } t \leq 2(J$$

可以保证, 且截面可考虑部分塑性发展。

2、验算截面

截面的实际几何性质计算:

$$A = 1400 \times 10 + 400 \times 20 \times 2 = 30000\text{mm}^2$$

$$I_x = \frac{1}{12} (400 \times 1440^3 - 390 \times 1400^3) = 1.0353 \times 10^8 \text{mm}^4,$$

$$W_{y_x} = \frac{1.0353 \times 10^8}{720} = 1.4379 \times 10^5 \text{mm}^3,$$

腹板轴线处的面积矩

$$S = 400 \times 20 \times 710 + 700 \times 10 \times 350 = 8.18 \times 10^5 \text{mm}^3,$$

腹板边缘处的面积矩

$$S = 400 \times 20 \times 710 = 5.68 \times 10^5 \text{mm}^3.$$

梁自重估算, 由荷规附录 A 得钢的重度为 78.5kN/m^3 , 梁的自重为

$$g = 30000 \times 10^{-6} \times 1.2 \times 78.5 = 2.826\text{kN/m}$$
 自重产生的跨中最大弯矩为

$$M_g = 2.826 \times 1.2 \times 8^2 / 8 = 27.13\text{kN}\cdot\text{m}, \text{式中 } 1.2 \text{ 为可变荷载控制组合对应的荷载分 0}$$

项系数。跨中最大总弯矩为

$$M = 3000 + 27.13 = 3027.13\text{kNm},$$

A 点的最大正应力为

$$\sigma = \frac{2(777 \times 10^6)}{1.05 \times 1.4379 \times 10^5} = 200.50 < f = 205\text{N/mm}^2 \text{ (翼缘处 } t = 20 \text{ mm)}$$

B 点的最大剪应力为

$$V_{\max} = 750 + 1.2 \times 2.826 \times 8/2 = 763.56 \text{ kN}$$

$$\tau = \frac{763.56 \times 10^3 \times 8.13 \times 10^3}{1.0353 \times 10^8} = 59.96 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{腹极处 } t = 10 \text{ v } 16)$$

C 点的折算应力为

$$\frac{3027.13 \times 10^3 \times 6 \times 700}{1.0353 \times 10^8} = 204.67 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{763.56 \times 10^3 \times 3 \times 5.68 \times 10^3}{1.0353 \times 10^8} = 41.89 \text{ N/mm}^2$$

按能量理论的折算应力为

$$\sigma_{zs} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 217.15 < 1.1f = 236.5 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{腹板边缘处, } t = 10 < 16)$$

故由以上分析可知, 该焊接工字型等截面钢梁满足强度要求。

3.11 题:

解: 由附录 1 的附表 1 可得 I45a 的截面积为 10200 mm^2 , 单位质量为 80.4 kg/m , 抵抗矩为 1430000 mm^3 , 翼缘平均厚度 $18 \text{ mm} > 16 \text{ mm}$, 钢材的强度设计值为 205 N/mm^2 , 由表 3-3 得工字钢绕强轴的截面塑性发展系数为 1.05 。钢梁自重标准值 $g = 80.4 \times 9.8788 \text{ kN/m}$, 跨中处的最大弯矩为

$$M_s = 0.25Px^2 + 0.788x \times 1.2 \times 0.5P + 4.26 \text{ kN-m}$$

验算强度有 (假定 P 为设计值),

$$\frac{Fx1000 (0.5P + 4.26) \times 10^6}{10200 \times 1.05 \times 1430000} < f = 205 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{P}{10.2 \times 3.003} + \frac{P}{1} + 8.526 < 205 \quad 0.431P < 202.16$$

可得 $P < 469.01 \text{ kN}$ 。

解：由支承条件可知， $o_x=12m, /y=4m$

$$J = \frac{1}{12} \times 8 \times 500^3 + \frac{1}{12} \times 250 \times 12^3 + 2 \times 250 \times 12 \times 250 = 476.6 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_y = \frac{1}{12} \times 8^3 + 2 \times \frac{1}{12} \times 12 \times 250^3 = 31.3 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A = 2 \times 250 \times 12 + 500 \times 8 = 10000 \text{ mm}^2$$

$$j = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{476.6 \times 10^6}{10000}} = 21.8 \text{ cm}$$

如例题 = 71.4

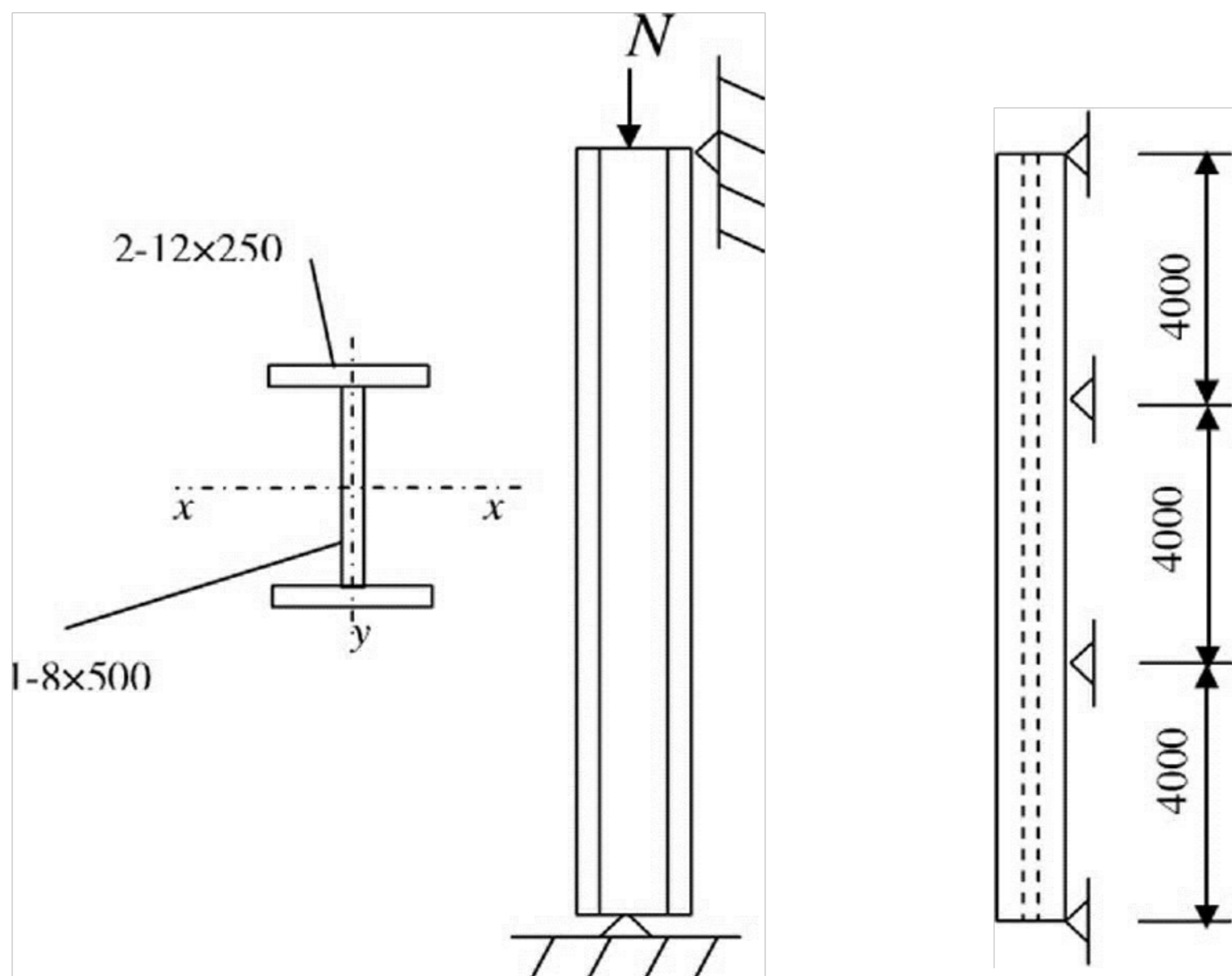
5.6

翼缘为火焰切割边的焊接工字钢对两个主轴均为 b 类截面，故按“查表得 3747

$$\frac{N}{\varphi A} = \frac{1300 \times 10^3}{0.747 \times 10000} = 174 \text{ MPa} < f = 215 \text{ MPa}$$

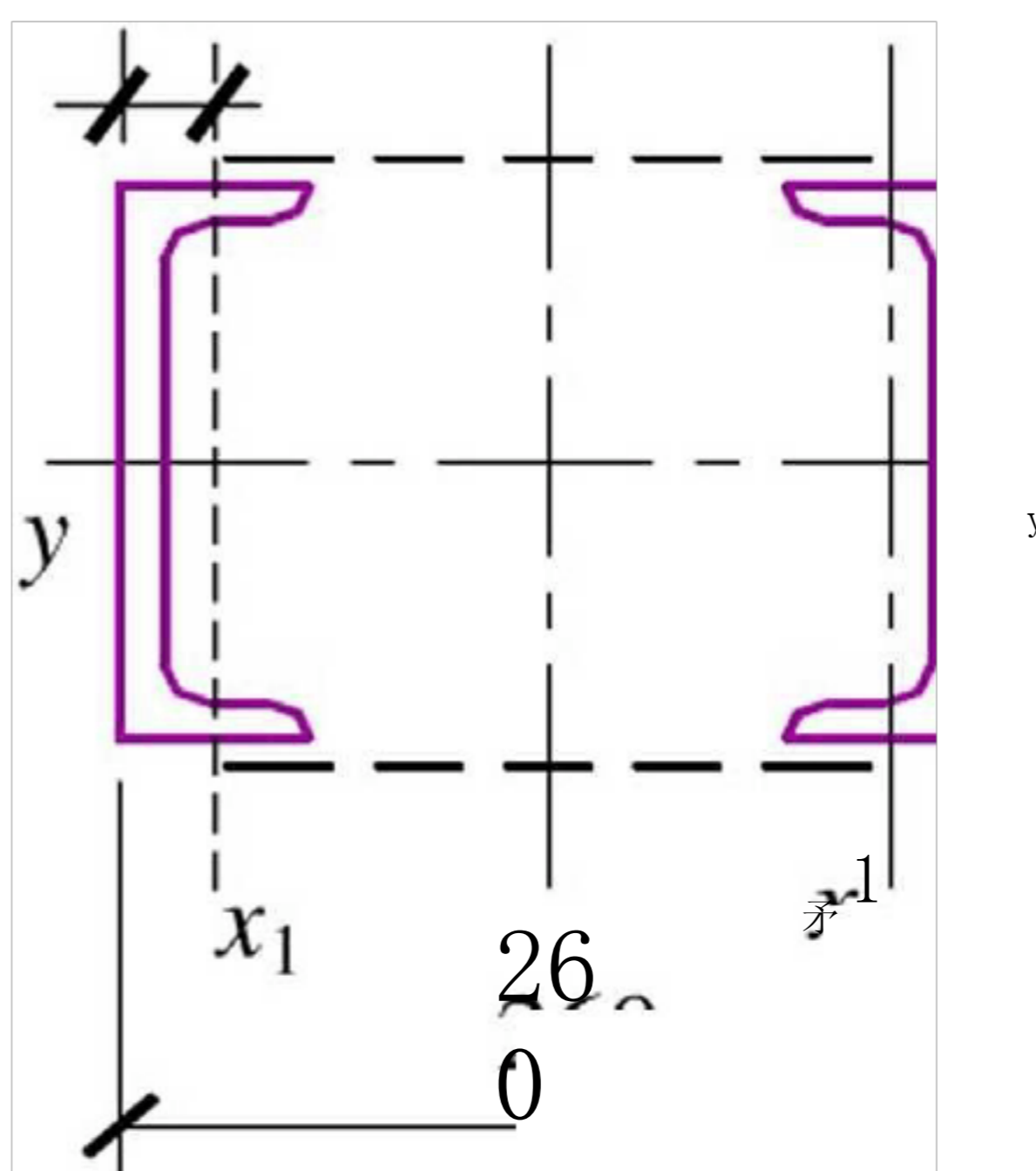
，稳定性满足要求。

4.13 图示一轴心受压缀条柱，两端铰接，柱高为 7m。承受轴心力设计荷载值 $N=1300\text{kN}$ ，钢材为 Q235。已知截面采用 2128a，单个槽钢的几何性质： $A=40\text{cm}^2, i_y=10.9\text{cm}, i_{x1}=2.33\text{cm}, I_{x1}=218\text{cm}^4,$



$i_{y0}=2.1\text{cm}$ ，缀条采用 L45X5，每个角钢的截面积： $A_1=4.29\text{cm}^2$ 。试验算该柱的

21



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/94620400054011001>