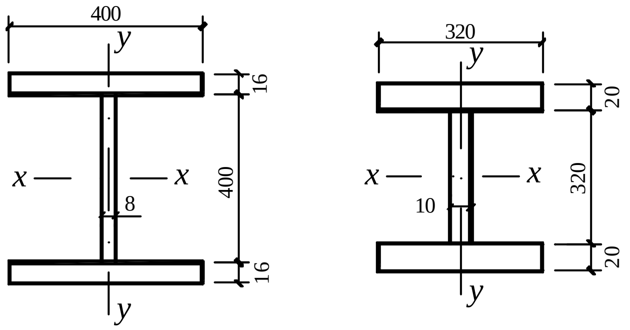
【题目】两端铰接的焊接工字形截面轴心受压柱，柱高 10m，材料 Q235－A·F 钢，采用如图（a）与（b）所示的两种截面尺寸，翼缘火焰切割以后又经刨边，计算柱能承受的压力。截面的局部稳定性是否符合设计要求。



(a)　　　　(b)

【解答】

分析：根据已知条件，两种截面均为工字形，且计算长度、钢材和加工方法均相同，仅截面尺寸不同。截面无削弱，故须由整体稳定性计算柱所能承受的压力。图（a）截面所用钢板较宽较薄，图（b）则较窄较厚，故从直观分析，若前者局部稳定性能满足，其能承受的压力将比后者的高。

1．**计算用的各种数据**

两端铰接柱，计算长度 $l_{ox}=l_{oy}=l=10\ \text{m}$，Q235 **钢：** $f=215\ \text{N/mm}^2$（t≤16mm）；

$f=205\ \text{N/mm}^2$（t＞16～40mm）。

2．**计算图（a）截面能承受的压力和局部稳定性**

$$A=2\times40\times1.6+40\times0.8=160\ \text{cm}^2$$

$$I_x=\frac{0.8\times40^3}{12}+2\times40\times1.6\times20.8^2=59640\ \text{cm}^4$$

$$I_y=2\times\frac{1.6\times40^3}{12}=17070\ \text{cm}^4$$

$$i_x=\sqrt{\frac{I_x}{\text{A}}}=\sqrt{\frac{59640}{160}}=19.3\text{cm}$$

$$i_y=\sqrt{\frac{I_y}{\text{A}}}=\sqrt{\frac{17070}{160}}=10.3\ \text{cm}$$

$$\lambda_x=l_{ox}/i_x=1000/19.3=51<[\lambda]=150$$ **（刚度满足）**

$$\lambda_y=l_{oy}/i_y=1000/10.3=97.1<[\lambda]=150$$ **（刚度满足）**

由最大长细比查得，$j_{y} = 0.574$

$$N_{a} = j_{y} A f = 0.574 \times 160 \times 10^{2} \times 215 = 1974600\text{N} = 1974.6\text{KN}$$

局部稳定验算：

翼缘：$\dfrac{b_1}{t} = \dfrac{196}{16} = 12.3 < (10 + 0.1 l)\sqrt{\dfrac{235}{f_y}}$

$$= (10 + 0.1 \times 97.1)\sqrt{235/235} = 9.7$$ （满足）

腹板：$\dfrac{h_0}{t_w} = \dfrac{400}{8} = 50 < (25 + 0.5 l)\sqrt{\dfrac{235}{f_y}}$

$$= (25 + 0.5 \times 97.1)\sqrt{235/235} = 73.6$$ （满足）

注意：上两式中 l 应取两方向长细比的较大值，$l_y > l_x$，故取式中 $l = l_y$。

3．计算图（b）截面能承受的压力和局部稳定性

$$A = 32 \times 2 \times 2 + 32 \times 1 = 160\ \text{cm}^2$$

$$I_x = \frac{1 \times 32^3}{12} + 2 \times 32 \times 2 \times 17^2 = 39700\ \text{cm}^4$$

$$I_y = 2 \times \frac{2 \times 32^3}{12} = 10920\ \text{cm}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{\text{A}}} = \sqrt{\frac{39700}{160}} = 15.8\ \text{cm}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{\text{A}}} = \sqrt{\frac{10920}{160}} = 8.26\ \text{cm}$$

$$l_x = l_{ox} / i_x = 1000 / 15.8 = 63.3 < [l] = 150$$ （刚度满足）

$$l_y = l_{oy} / i_y = 1000 / 8.26 = 121.1 < [l] = 150$$ （刚度满足）

由最大长细比查得，$j_{y} = 0.431$

$$N_{b} = j_{y} A f = 0.431 \times 160 \times 10^{2} \times 205 = 1413700\text{N} = 1413.7\text{KN}$$

（腹板厚度虽然小于 16mm，但轴心受压柱截面为均匀受力，故应按截面的不利部位，即按翼缘厚度 $t = 20\,\text{mm}$ 取 $f = 205\,\text{N/mm}^2$）

局部稳定验算：

翼缘： $\frac{b_1}{t} = \frac{155}{20} = 7.8 < (10 + 0.1l)\sqrt{\frac{235}{f_y}}$

$$= (10 + 0.1 \times 121.1)\sqrt{235/235} = 22.1$$ **（满足）**

腹板： $\frac{h_0}{t_w} = \frac{320}{10} = 32 < (25 + 0.5l)\sqrt{\frac{235}{f_y}}$

$$= (25 + 0.5 \times 121.1)\sqrt{235/235} = 85.6$$ **（满足）**

由计算结果可见 $A_a = A_b$ **即两种截面面积相等，但截面（**a**）的承载能力为截面（**b**）的** 139.7**%。因此，设计工字形截面柱时，在满足局部稳定的条件下，截面宜尽量开展。**