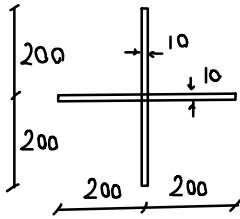


کمانش پیچشی ستون‌ها

مثال: ستون دوسر مفصل با مقطع صلیبی به شکل زیر، از ورق با فولاد S355 ساخته شده است. طول ستون 4m است. مقاومت طراحی ستون را به دست آورید.



① منحنیات هندسی مقطع

$$A_g = 2 \times 400 \times 10 - 10^2 = 79 \times 10^2 \text{ mm}^2$$

$$I_x = I_y = \frac{1}{12} \times 10 \times 400^3 = 5333 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_p = I_x + I_y = 10667 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$r_x = r_y = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{5333 \times 10^4}{79 \times 10^2}} = 82.2 \text{ mm}$$

$$C_w = \frac{b^3 t^3}{9} = \frac{200 \times 10^3}{9} = 889 \times 10^6 \text{ mm}^6 \approx 0$$

$$J = \sum \frac{1}{3} b t^3 = \frac{1}{3} \times 4 \times 200 \times 10^3 = 26.7 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\lambda = \frac{b}{t} = \frac{195}{10} = 19.5 > \lambda_r = 0.45 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 10.7 \rightarrow \text{مقطع با اجزا لاغر}$$

② کنترل لایزگی اجزاء

$$P_n = F_n A_e$$

③ محاسبه F_c و F_t

کمانش خنثی $\frac{L}{r_x} = \frac{4000}{82.2} = 48.7 \rightarrow F_c = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^3}{48.7^2} = 832.3 \text{ MPa}$

کمانش، یعنی حاکم است $\rightarrow$

کمانش یعنی $F_c = \left(\frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2} + GJ \right) \frac{1}{I_p} = \frac{76.9 \times 10^3 \times 26.7 \times 10^4}{10667 \times 10^4} = 192.5 \text{ MPa}$

$$\frac{F_y}{F_c} = \frac{355}{192.5} = 1.84 < 2.25 \text{ inelastic buckling} \quad F_n = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_c}} \right] F_y = \left[0.658^{1.84} \right] \times 355 = 164 \text{ MPa}$$

ردیف دوم:

$$F_t = \sqrt{\frac{C_u}{I_p} + 0.039} \frac{J L^2}{I_p} = \sqrt{0.039 \times \frac{28.7 \times 10^4 \times 4000^2}{10667 \times 10^4}} = 39.5 < 82.2 \rightarrow \text{کمانش، یعنی حاکم است}$$

$$\frac{L}{r_t} = \frac{4000}{39.5} = 101.2 < 112 \xrightarrow{\text{inelastic buckling}} F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2} = 192.7 \text{ MPa} \rightarrow F_h = 164 \text{ MPa}$$

⑤ محاسبه A_e

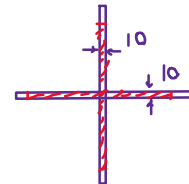
$$\lambda = 19.5 > \lambda_r \sqrt{\frac{F_y}{F_n}} = 10.7 \sqrt{\frac{355}{164}} = 15.7 \rightarrow b_e = b \left(1 - c_1 \sqrt{\frac{F_{ex}}{F_n}}\right) \sqrt{\frac{F_{ex}}{F_n}}$$

$$C_1 = 0.22, C_2 = 1.49$$

$$F_{ex} = \left(c_2 \frac{\lambda_r}{\lambda}\right)^2 F_y = \left(1.49 \times \frac{10.7}{19.5}\right)^2 \times 355 = 237 \text{ MPa}$$

$$b_e = 195 \left(1 - 0.22 \sqrt{\frac{237}{164}}\right) \sqrt{\frac{237}{164}} = 172.4 \text{ mm}$$

$$A_e = 4 \times 172 \times 10 + 10 \times 10 = 70 \times 10^2$$



$$\phi P_n = 0.9 F_n A_e = 0.9 \times 164 \times 70 \times 10^2 = 1033 \text{ kN} \rightarrow \boxed{\phi P_n = 1033 \text{ kN}}$$

⑤ محاسبه ϕP_n