ستونهای تحت اثر بار محوری و لنگر خمشی

۱ – بارمحوری مقاوم نهائی ستون :

$$N_{r_0} = 0.85 f_{cd}(A_g - A_{st}) + f_{yd} A_{st}$$

۲- حداکثر بار نهائی مجاز :

$$N_u = 0.8\, N_{r_0}$$

۳ – مشخصات بار ولنگر خمشی نهائی متعادل :

الف – در مقطع غیر متقارن :

$$a_b = \frac{6300}{6300 + f_{yd}} \beta_1 d$$

$$N_{rb} = 0.85 f_{cd} b\, a_b + (A'_s - A_s) f_{yd}$$

$$e'_b = \left[0.85 f_{cd} b a_b (d - \frac{a_b}{2}) + A'_s f_{yd} (d - d') \right] / N_{rb}$$

$$e_b = e'_b - \overline{X}$$

$$M_{rb} = N_{rb} \cdot e_b$$

ب – در مقطع متقارن :

$$a_b = \frac{6300}{6300 + f_{yd}} \beta_1 d$$

$$N_{rb} = 0.85 f_{cd} b\, a_b$$

مقدار تقریبی e_b :

$$e_b = (0.20 + 0.77\, \rho_t m)\, t$$

$$\rho_t = \frac{A_{st}}{bt}$$

$$m = \frac{f_{yd}}{0.85 f_{cd}}$$

۴ – بارمحوری مقاوم نهائی ستون با مقطع مربع مستطیل تحت اثر بار محوری و لنگر خمشی :

الف – وقتی $N_r \leq N_{r_0}$ باشد :

$$N_r = 0.85 f_{cd} bd \left[1 - \frac{e'}{d} + (\rho' - \rho) m + \sqrt{(1 - \frac{e'}{d})^2 - 2\frac{e'}{d}(\rho' - \rho) m + 2\rho' m (1 - \frac{d'}{d})} \right]$$

ستونهای تحت اثر بار محوری و لنگر خمشی

- در حالتیکه مقطع متقارن باشد :

$$N_r = 0.85 f_{cd} bd \left[1 - \frac{e'}{d} + \sqrt{\left(1 - \frac{e'}{d}\right)^2 + 2\rho' m \left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \right]$$

- در حالتیکه مقطع متقارن باشد روابط زیر را می توان نوشت :

$$N_r = 0.85 f_{cd} b\, a$$

$$M_r = \frac{1}{2} N_r (t - a) + A_s f_{yd} (d - d') \quad ; \quad a = \frac{Nr}{0.85 f_{cd} \cdot b}$$

- در روابط فوق پا رامترها عبارتند از :

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$\rho' = \frac{A'_s}{bd}$$

$$e' = e + \bar{x}$$

$\bar{X}$ فاصله مرکز ثقل پلاستیکی ازمرکز آرماتورهای کششی است .

← ازعنصرها

ب – وقتی $N_r > N_{rb}$ باشد :

$$N_r = N_{r_0} - (N_{r_0} - N_{rb}) \frac{M_r}{M_{rb}}$$

و یا :

$$N_r = \frac{N_{r_0}}{1 + \left(\frac{N_{r_0}}{N_{rb}} - 1 \right) \frac{e}{e_b}}$$

- در حالتیکه مقطع متقارن باشد :

$$N_r = \frac{A'_s f_{yd}}{0.5 + \frac{e}{d - d'}} + \frac{bt f_{cd}}{1.18 + \frac{3et}{d^2}} \quad , \quad Mr = Nr \cdot e$$

ستونهای تحت اثر بار محوری و لنگر خمشی

۵ – بارمحوری مقاوم نهائی ستون با مقطع دایره تحت اثر بار محوری و لنگر خمشی :

الف – وقتی $N_r \leq N_{rb}$ باشد :

$$N_r = 0.85 f_{cd} D^2 \left[\sqrt{\left(0.85\frac{e}{D} - 0.38\right)^2 + 0.4\,\rho_t m \frac{D_s}{D}} - \left(0.85\frac{e}{D} - 0.38\right) \right]$$

ب – وقتی $N_r > N_{rb}$ باشد :

$$N_r = \frac{A_{st} f_{yd}}{1+3\frac{e}{D_s}} + \frac{A_g f_{cd}}{1.18 + \frac{9.6\ D.e}{(0.8D + 0.67 D_s)^2}}$$

پ – e_b در مقطع دایره ای شکل :

$$e_b = (0.24 + 0.39\ \rho_t\, m\ )\, D$$

۶ – بارمحوری مقاوم نهائی ستون تحت اثر بار محوری و لنگر خمشی دو محوره :

الف – وقتی $N_r \geq 0.15 f_{cd} A_g$ باشد :

$$\frac{1}{N_r} = \frac{1}{N_{rx}} + \frac{1}{N_{ry}} - \frac{1}{N_{r_0}}$$

ب – وقتی $N_r < 0.15 f_{cd} A_g$ باشد :

$$\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \leq 1.0$$

N_{rx} و M_{rx} ونیز N_{ry} و M_{ry} مقادیر بار محوری مقاوم و لنگر خمشی مقاوم نهائی ستون در برون محوری های e_x به تنهائی و e_y به تنهائی می باشند .

۷ – بارهای مقاوم نهائی اسمی ستون تحت اثر بار محوری و لنگر خمشی ، N_n و M_n :

چنانچه در روابط فوق بجای f_{cd} و f_{yd} مقادیر f_c و f_y را قرار دهیم، مقادیر N_n و M_n بدست می آید.

ستونهای تحت اثر بار محوری و لنگر خمشی

۸- تشدید لنگر خمشی در ستون های لاغر:

الف- طول مؤثر ستون:

$$l_e = K.l$$

$$K = f(\psi_A, \psi_B)$$

$$\psi_{A,B} = \left[\frac{\sum \left(\frac{EI}{l} \right)_{Cols}}{\sum \left(\frac{EI}{l} \right)_{Beams}} \right]_{A,B}$$

$$I_{Cols} = 0.7\, I_{g\,Cols}$$

$$I_{Beams} = 0.35\, I_{g\,Beams}$$

ب- بار بحرانی ستون، N_c:

$$N_c = \frac{\pi^2 E_c I_e}{l_e^{\,2}}$$

$$E_c I_e = \frac{0.2 E_c I_g + E_s I_s}{1 + \beta_d}$$

- در ستون های مهار شده:

$$\beta_d = \frac{\text{بار نهائی ناشی از بارمرده ستون}}{\text{بار نهائی کل ستون}}$$

- در ستون های مهار نشده:

$$\beta_d = \frac{\text{برش نهائی ناشی از بارهای دائمی طبقه}}{\text{برش نهائی کل طبقه}}$$

- در همه حالات می توان با تقریب خوبی $E_c I_e$ رابصورت زیر در نظر گرفت:

$$E_c I_e = 0.25 E_c I_g$$

I_e در محاسبه δ_b، برای ستون مهار شده و در محاسبه δ_s، برای ستون مهار نشده منظور می گردد.

پ- ضریب تشدید لنگر در ستون های مهار شده:

$$\dot{M}_c = \delta_b . M_{2b}$$

ستونهای تحت اثر بار محوری و لنگر خمشی

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{N_u}{\phi_n . N_c}} \qquad \delta_b \geq 1.0 \qquad \phi_n \fallingdotseq 0.65$$

$$C_m = 0.6 + 0.4 \frac{M_{1b}}{M_{2b}} \qquad C_m \geq 0.4$$

در رابطه C_m اولاً : $M_{1b} \leq M_{2b}$ ثانیاً : M_{1b}/M_{2b} وقتی ستون در یک جهت خم می شود مثبت و وقتی در دو جهت خم می شود منفی منظور می گردد.

ت- ضریب تشدید لنگر در ستون های مهار نشده :

$$M_c = M_{2b} + \delta_s . M_{2s}$$

ضریب δ_s با استفاده از یکی از دو روش زیر محاسبه می شود :

روش اول :

$$\delta_b = \frac{1}{1 - \frac{\sum N_u}{\phi_n \sum N_c}} \qquad \delta_s \geq 1 \qquad \phi_n = 0.65$$

$\sum N_u$ و $\sum N_c$ برای یک طبقه محاسبه می شوند.

روش دوم: در حالتی معتبر است که $Q \leq 0.33$ باشد.

$$\delta = \frac{1}{1 - Q}$$

$$Q = \frac{\sum N_u \delta_u}{H_u h_c}$$

δ_u تغییرمکان نسبی طبقه زیر اثر بار جانبی کل طبقه H_u، $\sum N_u$ جمع بار نهائی ستون های طبقه و h_s ارتفاع طبقه است.

حالت خاص: اگر

$$\frac{l}{r} \geq \frac{35}{\sqrt{\frac{N_u}{f_{cc} A_g}}}$$

باشد، ضریب تشدید لنگر در ستون های مهار نشده از رابطه زیر محاسبه می شود :

$$M_c = \delta_b \left(M_{2b} + \delta_s . M_{2s} \right)$$

ستونهای تحت اثر بار محوری و لنگر خمشی

δ_b و δ_s مطابق روش های بالا محاسبه می شوند.

ث- طبقه ای مهار شده تلقی می شود که در آن پارامتر $Q \leq 0.05$ باشد.

۹- ضوابط طراحی ستون ها :

الف- حداقل برون محوری در خمش یک محوره :

e و t بر حسب cm می باشند. $e = 0.03t + 1.5$

ب- حد ضریب لاغری برای آنکه نیازی به محاسبات لاغری نباشد.

- در ستون های مهار شده :

$$\frac{l_e}{r} \leq 34 - 12\frac{M_{1b}}{M_{2b}}$$

- در ستون های مهار نشده :

$$\frac{l_e}{r} \leq 22$$

پ- حداکثر فاصله خاموتها در ستونها :

- ۱۶ برابر قطر آرماتورهای طولی.

- ۴۸ برابر قطر خاموتها.

- کوچکترین بعد ستون.

ت- تعداد شاخه های خاموت :

تعداد شاخه های خاموت به اندازه ای است که آرماتورهای گوشه و سایر آرماتورها بطور یک در میان به گوشه خاموت تکیه کنند.

ث- حداقل آرماتور مارپیچ در ستونهای دورپیچ شده :

$$\rho_{s\,min} = 0.45\left(\frac{A_g}{A_{co}} - 1.\right)\frac{f_{cc}}{f_y}$$

$$\rho_s = \frac{V_s}{V_c} = \frac{4A_{ss}}{D_{ss}..S}$$

ρ_s درصد حجمی آرماتور مارپیچ است