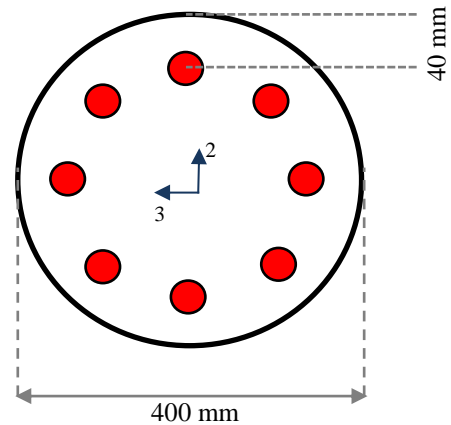
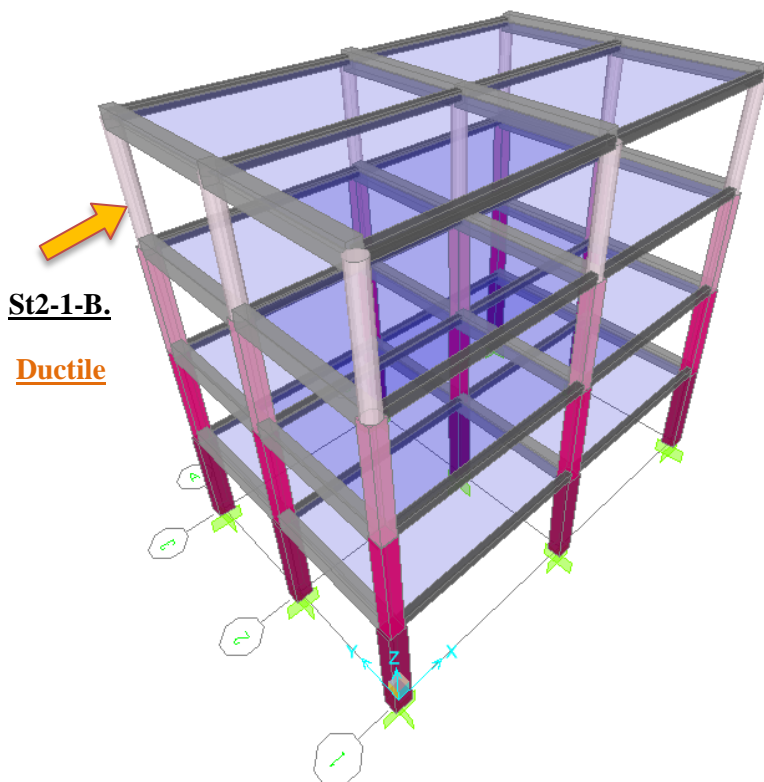


مثال شماره ۴،۲،۴

۱. توضیحات مسئله

در این مثال طراحی برشی ستون مستطیل شکل با نام مقطع D مد نظر بوده است. محل این ستون St4-3-A می باشد. این ستون در ایستگاه طراحی 0.00 میلیمتر بررسی شده است. ستون حول محور ۲ و ۳ خود مهار نشده بوده و شکل پذیری آن از نوع شکل پذیری متوسط است. در تحلیل سازه اثرات تغییر مکان های بزرگ در نظر گرفته شده است. طراحی ستون براساس دو ترکیب بار Cmb1 و Cmb2 انجام شده و در این مثال ترکیب بار Cmb1 مد نظر قرار گرفته است. هدف از طراحی این مثال بررسی صحت طراحی برشی ستون دایره ای شکلی است که در راستای محورهای اصلی خود دارای برش است. از سوی دیگر اثرات پیچش در ستون نیز مورد توجه بوده است. در اشکال ۱ محل ستون، نوع مقطع و مصالح به کار رفته در آن نشان داده شده است. صحت طراحی در این مثال با حل دستی کنترل شده است.

D.



Mat. Prop.

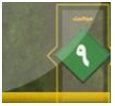
$$f_c = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$F_y = 400 \text{ N/mm}^2$$

$$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_c = 25000 \text{ N/mm}^2$$

$$W_c = 2.256E-5 \text{ N/mm}^2$$



طراحی بدنه ستون با شکل زینتی **متوسط** در ترتیب بار **Cmb₁** و با توجه به درجه سبب **Cmb₂** و **Cmb₃**
 در مقطع طراحی **(D)** و ارتفاع طراحی **5000 mm**.

$$\begin{array}{l}
 (J) \\
 \left. \begin{array}{l}
 V_{u2} = -6376.27 \text{ N} \\
 V_{u3} = 43426.89 \text{ N} \\
 N_u = -67626.60 \text{ N} \\
 T_u = -7594160.85 \text{ N}\cdot\text{mm}
 \end{array} \right\} \\
 (U)
 \end{array}
 \quad , \quad
 \begin{array}{l}
 V_{u2}^* = 3926.47 \text{ N} \\
 V_{u3}^* = 81819.36 \text{ N} \\
 N_u^* = -28483.54 \text{ N}
 \end{array}
 \quad , \quad
 \begin{array}{l}
 V_{g2} = -14677 \text{ N} \\
 V_{g3} = 4986.49 \text{ N}
 \end{array}$$

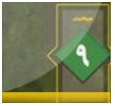
Determination of End Capacities:

MP₃ ? \rightarrow Curve Degree = 0°

	Nu	NA	NB	MA(3)	MB(3)	MP3
I-Cmb ₁	-25912.71	327335.06	-166217.13	97006149.12	147583731.20	133206902.48
J-Cmb ₁	-59123.45	327335.06	-166217.13	97006149.12	147583731.20	136609128.04
J-Cmb ₂	-67626.60	327335.06	-166217.13	97006149.12	147583731.20	137480502.08
J-Cmb ₃	-17409.67	327335.06	-166217.13	97006149.12	147583731.20	132334428.44

MP₂ ? \rightarrow Curve Degree = 90°

	Nu	NA	NB	MA(2)	MB(2)	MP2
I-Cmb ₁	-25912.71	327333.71	-166217.13	97006149.12	14758374.20	133206802.48
J-Cmb ₁	-59123.45	327335.06	-166217.13	97006149.12	14758374.20	136609128.04
J-Cmb ₂	-67626.60	327335.06	-166217.13	97006149.12	14758374.20	137480502.08
J-Cmb ₃	-17409.67	327335.06	-166217.13	97006149.12	14758374.20	132334428.44



$$\left. \begin{array}{l} M_{P3 \max(I)} = 137480502.08 \text{ N}\cdot\text{mm} \\ M_{P3 \max(J)} = 136609128.04 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} M_{P2 \max(I)} = 137480502.08 \text{ N}\cdot\text{mm} \\ M_{P2 \max(J)} = 136609128.04 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{array}$$

because of symmetry $M_{P \text{ negative}} = M_{P \text{ positive}}$.

$$V_{P3} = \frac{M_{P2(I)} + M_{P2(J)}}{L_n} = \frac{137480502.08 + 136609128.04}{3000} = 91363.21 \text{ N}$$

$$V_{P2} = \frac{M_{P3(I)} + M_{P3(J)}}{L_n} = \frac{137480502.08 + 136609128.04}{3000} = 91363.21 \text{ N}$$

$$V(P+g)_2 = 91363.21 + |-14677.03| = 106040.21 \text{ N}$$

$$V(P+g)_3 = 91363.21 + 4186.40 = 96349.61 \text{ N}$$

$$V_{0es}(2) = \max \left\{ \begin{array}{l} \min(106040.21, 3926.47) \\ 5375.27 \end{array} \right.$$

$$V_{0es}(3) = \max \left\{ \begin{array}{l} \min(96349.61, 81819.35) \\ 43402.87 \end{array} \right. \rightarrow$$

$$V_{0es}(2) = 5375.27 \text{ N}$$

$$V_{0es}(3) = 81819.35 \text{ N}$$

$$M_{0es}(2) = 67626.60 \text{ N}$$

$$M_{0es}(3) = -88483.54 \text{ N}$$

Determination of V_c ?

$$V_c = 0.2 \times 0.65 \times \sqrt{25} = 0.65$$

$$d' = 40 + 10 + \frac{20}{2} = 60 \text{ mm} \rightarrow d_2 = 400 - 60 = 340 \text{ mm}, d_3 = 400 - 60 = 340 \text{ mm}$$

$$A_{c2} = A_{c3} = \pi R^2 - R^2 (\theta - \sin \theta)$$

$$\theta = 2 \cos^{-1} \left(\frac{d}{R} \right)$$

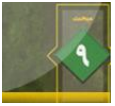
$$d = R - h$$



$$d = 400 - 60 = 140 \text{ mm}, \theta = 2 \times \cos^{-1} \left(\frac{140}{200} \right) = 1.59 \text{ rad}$$

$$A_c = \pi \times 200^2 - \frac{200^2}{2} (1.59 - \sin(1.59)) = 113843.75$$

Ref: https://en.wikipedia.org/wiki/Circular_Segment



$$V_{r2max} = V_{r3max} = 0.25 \times 0.65 \times 25 \times 113843.75 = \underline{462490.23 \text{ N}}$$

$$V_{c2max} = V_{c3max} = 1.75 \times 0.65 \times 113843.75 = \underline{129497.27 \text{ N}}$$

Nodes 2 and Node 3 is compressive

$$V_{c2} = 0.65 \left(1 + \frac{|-67626.67|}{12 \times 51 \times 20^2} \right) \times 113843.75 = \underline{77316.99 \text{ N}}$$

$$V_{c3} = 0.65 \left(1 + \frac{|-83483.54|}{12 \times 51 \times 20^2} \right) \times 113843.75 = \underline{78340.48 \text{ N}}$$

$$V_{c2} = 77316.99 < V_{cmax} = 129497.27 \rightarrow \boxed{O.K}$$

$$V_{c3} = 78340.48 < V_{cmax} = 129497.27 \rightarrow \boxed{O.K}$$

Determination of vertical rebar

$$V_{des2} = 5375.27 < V_{rmax} = \underline{462490.23 \text{ N}}$$

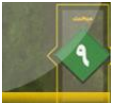
$$V_{des3} = 81819.35 < V_{rmax} = \underline{462490.23 \text{ N}}$$

$$V_{des(2)} = 5375.27 < \frac{V_{c2}}{2} = \frac{77316.99}{2} = 38658.46 \rightarrow A_{r/s(2)} \text{ is not required}$$

$$V_{des(3)} = 81819.35 > \frac{V_{c3}}{2} = \frac{78340.48}{2} = 39170.24 \rightarrow A_{r/s(3)} \text{ is required.}$$

$$A_{r/s(2)} = 0$$

$$A_{r/s(3)} = \frac{81819.35 - 78340.48}{0.85 \times 413.6855 \times 340} = 0.029 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}}$$



$$|V_{r2max} = V_{r3max} = 0.25 \times 0.65 \times 25 \times 113843.75 = 462490.23 \text{ N}|$$

$$|V_{c2max} = V_{c3max} = 1.75 \times 0.65 \times 113843.75 = 129497.27 \text{ N}|$$

Nodes 2 and Node 3 is compressive?

$$|V_{c2} = 0.65 \left(1 + \frac{|-67626.67|}{12 \times \pi \times 200^2} \right) \times 113843.75 = 77316.99 \text{ N}|$$

$$|V_{c3} = 0.65 \left(1 + \frac{|-88483.54|}{12 \times \pi \times 200^2} \right) \times 113843.75 = 78340.48 \text{ N}|$$

$$|V_{c2} = 77316.99 < V_{cmax} = 129497.27 \rightarrow \boxed{O.K.}$$

$$|V_{c3} = 78340.48 < V_{cmax} = 129497.27 \rightarrow \boxed{O.K.}$$

Determination of vertical rebar

$$|V_{des2} = 5375.27 < V_{rmax} = 462490.23 \text{ N}|$$

$$|V_{des3} = 81819.35 < V_{rmax} = 462490.23 \text{ N}|$$

$$|V_{des(2)} = 5375.27 < \frac{V_{c2}}{2} = \frac{77316.99}{2} = 38658.49 \rightarrow A_{r/s(2)} \text{ is not required}$$

$$|V_{des(3)} = 81819.35 > \frac{V_{c3}}{2} = \frac{78340.48}{2} = 39170.24 \rightarrow A_{r/s(3)} \text{ is required.}$$

$$|A_{r/s(2)} = 0$$

$$|A_{r/s(3)} = \frac{81819.35 - 78340.48}{0.85 \times 413.6855 \times 340} = 0.029 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}}|$$