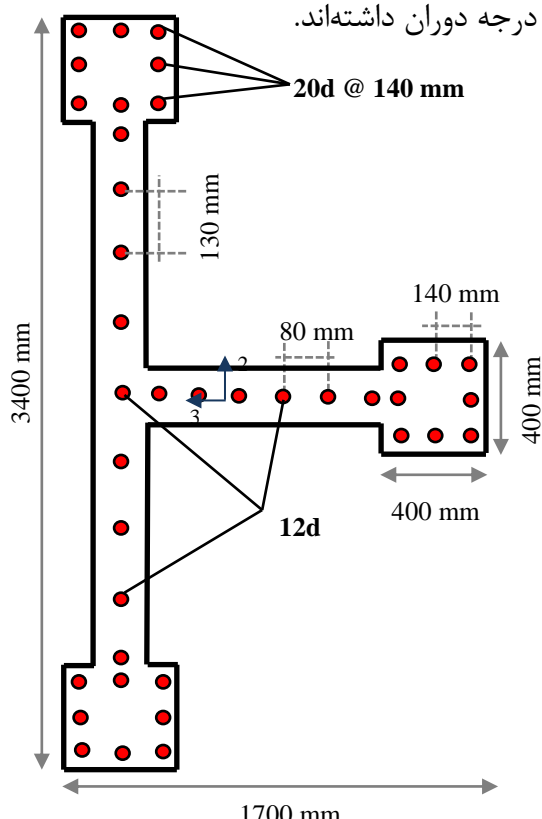


مثال شماره ۸,۱

۱. توضیحات مسئله

در این زیرمثال طراحی خمشی، برشی و المان‌های مرزی دیوار برشی مثال ۸ مدنظر است. شکل پذیری دیوار متوسط می‌باشد. دیوار دارای ۲ ساق در بالا و ۲ ساق در پائین است. طراحی برشی و المان‌های مرزی در ساق ۱ بالا و ساق ۲ پائین صورت گرفته و نتایج حل دستی و نتایج طراحی نرم‌افزار با یکدیگر مقایسه شده است. طراحی براساس ترکیب بار Cmb1 صورت گرفته است. طراحی خمشی دیوار در ابتدا و انتهای آن صورت گرفته و نتایج آن با دو ستون کلی معادلی صورت گرفته است که در SAP2000 و در همان مدل تعریف شده است. در این ستون از اثرات لاغری صرف نظر شده و با آئین‌نامه کانادا طراحی شده است. نتایج انتگرال‌گیری نیروها و لنگرهای وارد بر پروفیل دیوار با نتایج برشی در مقطع کانادا طراحی شده است. نتایج انتگرال‌گیری نیروها و لنگرهای وارد بر پروفیل دیوار با نتایج برش در عرض (Section cut) توسط نرم‌افزار SAP2000 کنترل شده است. جدول نیروهای وارد بر ساق‌های بالا و پائین در جدول ۱ نشان داده شده است. هدف از طرح این مسئله بررسی دیوار برشی از لحاظ هندسی متقارن است که نسبت به محوره‌های اصلی ۴۵ درجه دوران داشته و دارای ستون‌هایی است که آن‌ها نیز ۴۵ درجه دوران داشته‌اند.



Mat. Prop.

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

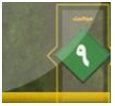
$$F_y = 413.6855 \text{ N/mm}^2$$

$$E_s = 199947.98 \text{ N/mm}^2$$

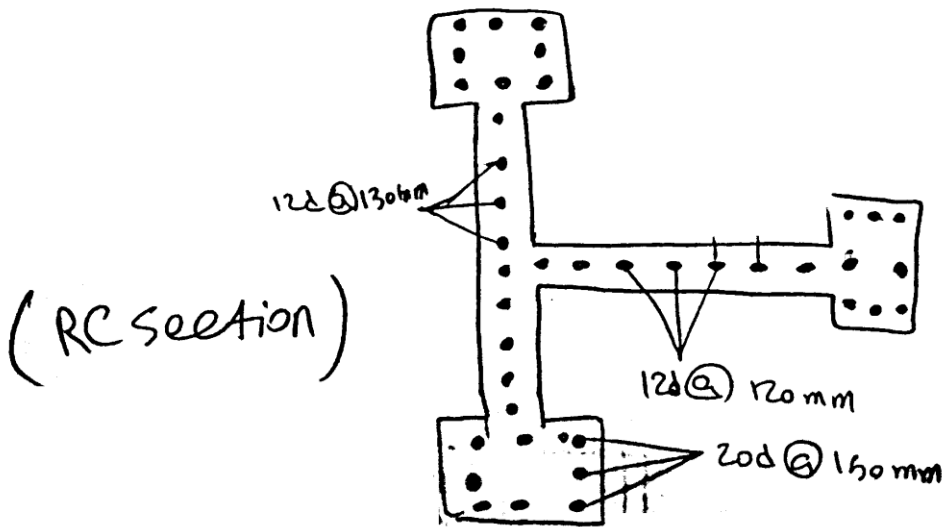
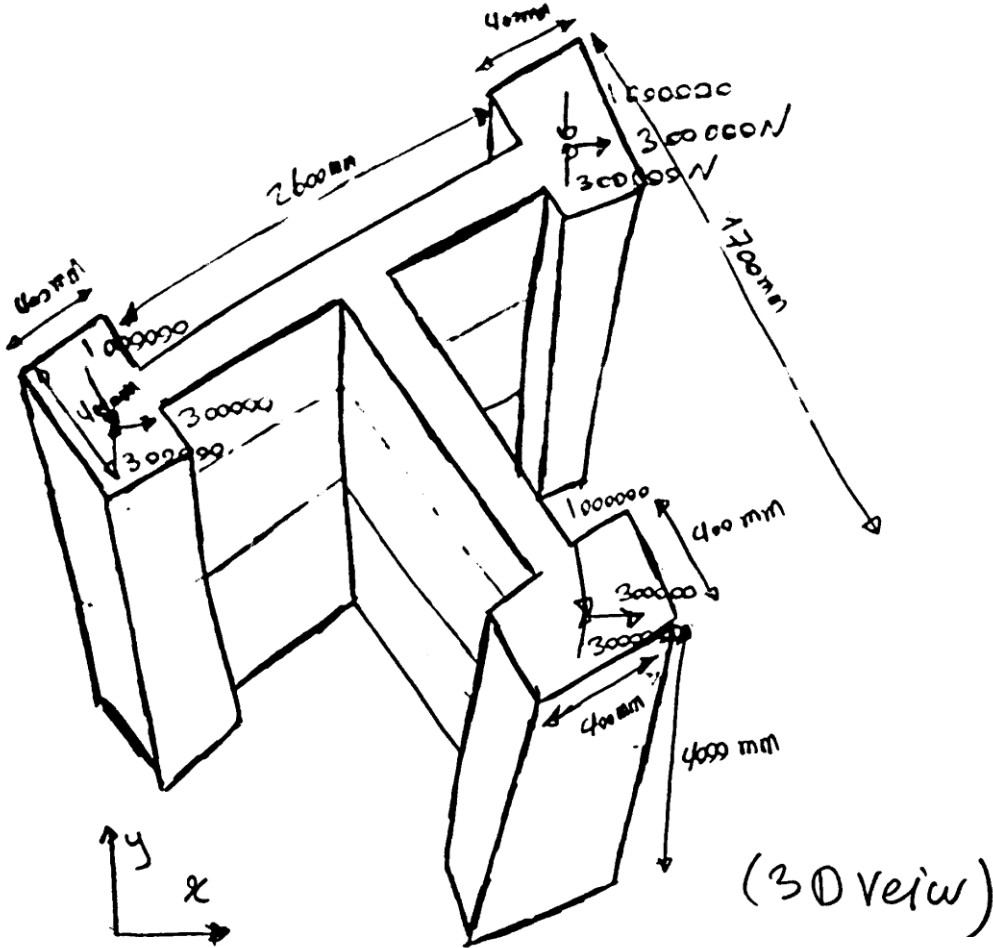
$$E_c = 25000 \text{ N/mm}^2$$

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

شکل ۱. مقاطع و مصالح به کار رفته در قاب خمشی



علاجی فنی و مهندسی را بر مبنای مهندسی سازه پذیرفته شود. علاجی با و پستی
بهره گیری از سازه ها در دسترس (Cmb) در مقطع علاجی آ شکل بی کون ؟





Calculation of Centroids (Top and Bot)

$$Area_{Total} = Area(Areas) + Area(Frames) = \Delta$$

$$Area_{Total} = 200 \times (3000 + 1500) + 3 \times 400^2 = 1380000 \text{ mm}^2$$

$$\bar{X} = \frac{600000 \times 1060.66 + 300000 \times 1590.99 + 400^2 \times 2121.32 \times 2}{200(3000 + 1500) + 3 \times 400^2} = 1298.92 \text{ mm}$$

$$\bar{Y} = \frac{600000 \times 1060.66 + 300000 \times 530.33 + 400^2 \times 2121.32}{200(3000 + 1500) + 3 \times 400^2} = 822.396 \text{ mm}$$

(Reforces integration are verified by SAP2000 section cut.)

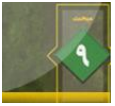
Loc	P	M ₂	M ₃	(kN.m)	Ratio Bot	Ratio Top
Top	-4000	-142.2	0.0		SAP2000 0.831	0.243
Bot	4000	-142.2	6788.2		mc 0.842	0.242

Shear Design (kN-m)

(Number of legs = 3)

name	Length	thick	Ang	N _u	M _{3u}	V _{2u}
TopLeg1	3.0	0.2	45.8	-1568.0	-633.6	1537.0
TopLeg2	-1.5	0.2	-45.0	-816.4	57.0	-3.0
BotLeg1	3.0	0.2	45.0	-1666.6	3098.0	1501.4
BotLeg2	-1.5	0.2	-45.0	-901.0	26.9	0.2

(verified with SAP2000 section cut)

Shear Design Top Leg 1:

$$\text{Leg Length} = 3000 \text{ mm}, \text{ Leg thickness} = 200 \text{ mm}, d = 0.8 \times 3000 = 2400 \text{ mm}$$

$$V_c = 0.2 \times 0.65 \sqrt{25} = 0.65 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$V_{2DES} = 1437.0 \text{ E3} < 5 \times 0.65 \times 200 \times 2400 = 1560.0 \text{ E3} \rightarrow \text{O.K.}$$

$$V_{C1} = \left[1.65 \times 0.65 \times 200 \times 2400 + \frac{1568.0 \text{ E3} \times 2400}{5 \times 3000} \right] = 765680 \text{ N}$$

$$V_{C2} = \left[0.3 \times 0.65 + \frac{3000 \left(0.6 \times 0.65 - \frac{0.15 \times 1568 \text{ E3}}{3000 \times 200} \right)}{\frac{633.6 \text{ E6}}{1568 \text{ E3}} - \frac{3000}{2}} \right] = \text{not Allowed}$$

$$V_{Cmin} = 766.68 \text{ E3 N}$$

$$V_{2DES} = 1437 \text{ E3} > 0.5 \times 766.68 \text{ E3} = 382.84 \text{ E3 N} \rightarrow \frac{A_v}{s} \text{ is required}$$

$$P_h = \max \left\{ \frac{(1437 \text{ E3} - 765.68 \text{ E3}) / [0.85 \times 413.6855 \times 2400]}{200} \times 100 = 0.457\%, \right. \\ \left. 0.0025 \times 100 = 0.25\% \right.$$

$$P_v = \left[(0.0025 + 0.5 \left(2.5 - \frac{4000}{3000} \right) (0.00457 - 0.0025) \right] \times 100 = 0.371\%$$

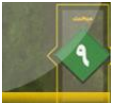
Shear Design Bot Leg 2

$$\text{Leg Length} = 1500 \text{ mm}, \text{ Leg thickness} = 200 \text{ mm}, d = 0.8 \times 1500 = 1200 \text{ mm}$$

$$V_c = 0.2 \times 0.65 \sqrt{25} = 0.65 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$V_{2DES} = 0.2 \text{ E3} < 5 \times 0.65 \times 200 \times 1200 = 780 \text{ E3} \rightarrow \text{O.K.}$$

$$V_{C1} = \left[1.65 \times 0.65 \times 200 \times 1200 + \frac{90.0 \text{ E3} \times 1200}{5 \times 1500} \right] = 401.46 \text{ E3}$$



$$V_{c2} = \left[0.3 \times 0.65 + 1500 \left(0.6 \times 0.65 + \frac{0.15 \times 901.0 \text{ E3}}{1500 \times 200} \right) \right] \times 200 \times 1200 = 49.06 \text{ E3}$$

$$\left(\frac{269 \text{ E6}}{0.2 \text{ E3}} - \frac{1500}{2} \right) > 0$$

$$V_{c \min} = (401.56 \text{ E3}, 49.06 \text{ E3}) = 49.06 \text{ E3} \quad \checkmark$$

$$V_{2 \text{ def}} = 0.2 \text{ E3} < 0.5 \times 49.06 \text{ E3} = 24530 \text{ N} \rightarrow \frac{AV}{5} \text{ min is required}$$

$$P_h = 0.0025 \times 100 = 0.25 \% ,$$

$$P_v = \left[\left(0.0025 + 0.5 \left(2.5 + \frac{4000}{1500} \right) \right) (0.0025 - 0.0025) \right] \times 100 = 0.25 \% \quad \checkmark$$

boundary element design (Top Layer 1) :

$$I_g 3 = \frac{200 \times 3000^3}{12} = 4.5 \text{ E11 mm}^4$$

$$b_{\max 1} = \frac{-633.6 \text{ E6} \times \frac{3000}{2}}{4.5 \text{ E11}} + \frac{1668 \text{ E3}}{200 \times 3000} = 0.501 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$b_{\max 2} = \frac{633.6 \text{ E6} \times \frac{3000}{2}}{4.5 \text{ E11}} + \frac{1925.4 \text{ E3}}{200 \times 3000} = 4.725 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$b_{\text{req}} = \max(0.501, 4.725) = 4.725 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$4.725 < 0.2 \times 25 = \bar{f} \rightarrow \text{Not Needed.}$$



Boundary Element Design (Bot Leg 2):

$$I_{g3} = \frac{200 \times 1500^3}{12} = 5.625 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{max1} = -\frac{26.966 \times \frac{1500}{2}}{5.625 \times 10^9} + \frac{901 \times 10^3}{200 \times 1500} = 2.645 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{max2} = \frac{26.966 \times \frac{1500}{2}}{5.625 \times 10^9} + \frac{901 \times 10^3}{200 \times 1500} = 3.362 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{max} = \max(2.645, 3.362) = 3.362 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$3.362 < 0.2 \times 25 = 5 \rightarrow \text{Not Needed}$$

جدول ۱. نیروهای وارد بر ساق‌های بالا و پائین محاسبه شده توسط SAP2000

SectionCut	P	M3	V2
Text	KN	KN-m	KN
BotLeg1	-1666.6	3097.981	1501.445
BotLeg2	-900.968	26.9409	0.196
TopLeg1	-1568.02	-633.627	1536.989
TopLeg2	-816.371	57.0287	-3.01
PierBot	-4000	6788.283	1697.056
PierTop	-4000	0.0575	1697.056