www.vepub.com
Publish Your Mind

طراحی سازه های بتنی

مثال های حل شده – سوالات – فورمول ها

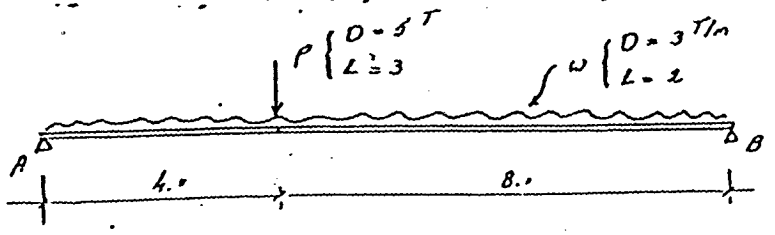
دکتر زاهدی

www.vepub.com
Publish Your Mind

www.vepub.com
Publish Your Mind

مثال شماره یک

تیری به طول ۱۲ متر در حالت عادی برای آن داده شده. در شکل زیر را تحلیل می‌کنید. تعیین کنید این تیر را در حد نهائی برای چه نیروی خمش و چه نیروی برش طراحی می‌کنید.



$U_1 = 1.25\,D + 1.5\,L$

$w_U = 1.25 \times 3 + 1.5 \times 2 = 6.75\ T/m$

$P_U = 1.25 \times 5 + 1.5 \times 3 = 10.75$

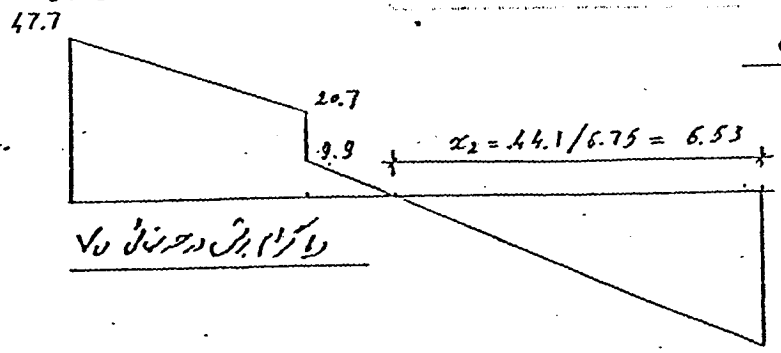
الف - عکس‌العمل‌های A و B

$A = (6.75 \times 12 \times 6 + 10.75 \times 8)/12 = 47.7\ T$

$B = (6.75 \times 12 \times 6 + 10.75 \times 4)/12 = 44.1\ T$

$A + B = 91.8\ T$ ، $T.L. = 6.75 \times 12 + 10.75 = 91.75 = 91.8$ ok.

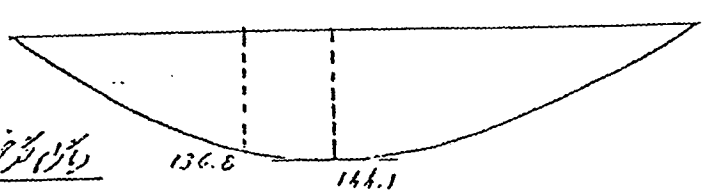
ب - دیاگرام نیروی برش



دیاگرام برش در حد نهائی V_U

ج - دیاگرام نیروی خمش

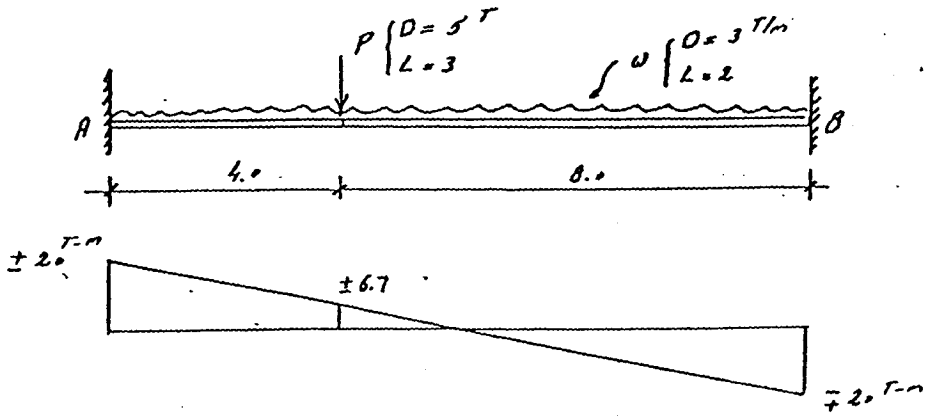
$x_1 = 12.0 - 6.53 = 5.47$ ، $M_{U\,max} = 144.1\ T\text{-}m$ ، $M_{U\,x=4} = 136.8\ T\text{-}m$



دیاگرام نیروی خمش در حد نهائی M_U

مثال شماره دو

تیر دو سر گیردار زیر تحت اثر بارهای سرویس در نظر است. در صورت وقوع زلزله این تیر ناگزیر از تحمل لنگرهای اضافی مطابق دیاگرام زیر و ناگزیر از تحمل نیروی برشی اضافی همواره برابر با $V_E = \pm 15^T$ است. تعیین کنید تیر را برای چه لنگرهای خمشی و چه نیروهای برشی طراحی می‌کنید.



۱- لنگر الاستیک در A و B

الف - بار مرده

$$M_{A,B} = \omega \ell^2/12 + P a b^2/\ell^2$$

$$M_A = 3 \times 12^2/12 + 5 \times 4 \times 8^2/12^2 = 44.9 \ T\text{-m}$$

$$M_B = 3 \times 12^2/12 + 5 \times 8 \times 4^2/12^2 = 40.5$$

$$A = 21.7^T \ , \quad B = 19.3^T \ , \quad A+B = 41.0^T \ , \quad T.L. = 41.0^T \quad \text{ok.}$$

ب - بار زنده

$$M_A = 2 \times 12^2/12 + 3 \times 4 \times 8^2/12^2 = 29.3 \ T\text{-m}$$

$$M_B = 2 \times 12^2/12 + 3 \times 8 \times 4^2/12^2 = 26.7$$

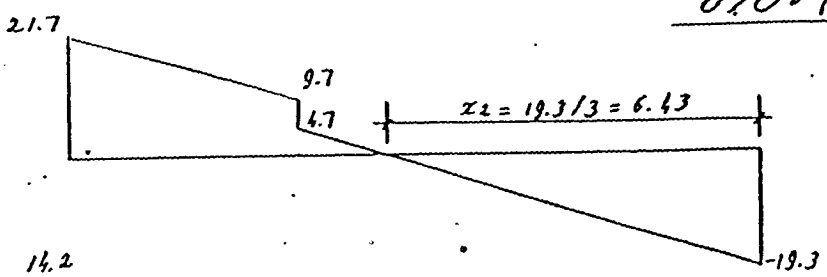
$$A = 14.2^T \ , \quad B = 12.8 \ , \quad A+B = 27.0 \quad T.L. = 27.0 \quad \text{ok}$$

درس سازه‌های بتن آرمه — بارهای ثقلی و ترکیبات آن‌ها — برگ شماره (۱)

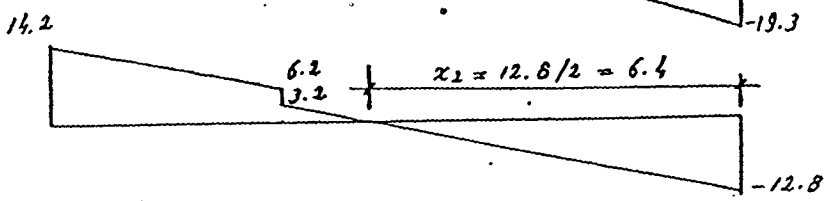
صفحه 315

۲- دیاگرام تغییر برش

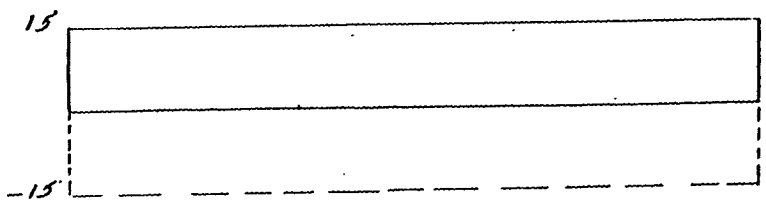
بار مرده D:



بار زنده L:

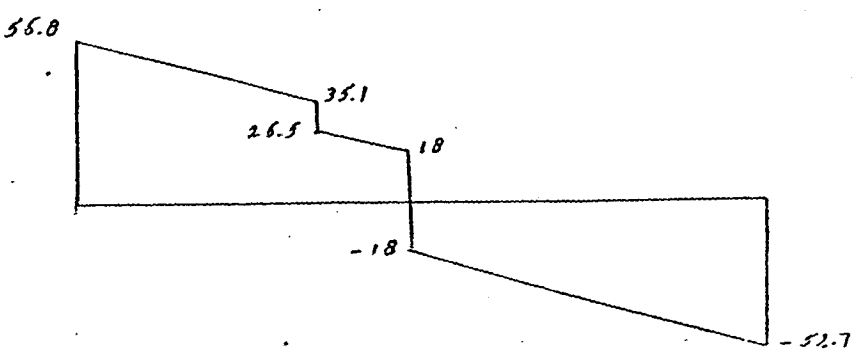


زلزله E:



برش زلزله مثبت منظور می‌شود ← | → برش زلزله منفی منظور می‌شود

$U_1 = 1.25D + 1.5L$	48.4	21.4	10.7	0	-43.3
$U_2 = 0.8(1.25D + 1.5L \pm 1.5E)$	56.8	35.1	25.5	18	-18	-52.7
$U_3 = 0.85D \pm 1.2E$	36.5	26.2	22.0	18	-18	-34.4
V_U	56.8	35.1	26.5	18	-18	-52.7



دیاگرام تغییرات برش در حد نهایی V_U

۳ - دیاگرام لنگر خمشی

الف - بار مرده

$M_A = -44.9$ T-m ، $M_B = -40.5$

$x_1 = 12 - 6.4 = 5.6$ ، $M_{max} = 21.6$ T-m

$M_{x=4.0} = 17.9$ T-m

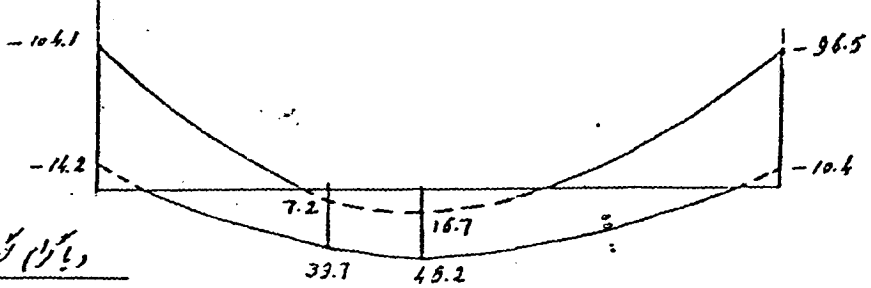
ب - بار زنده

$M_A = -29.3$ T-m ، $M_B = -26.7$

$x_1 = 5.6$ ، $M_{max} = 14.1$ T-m

$M_{x=4.0} = 11.5$ T-m

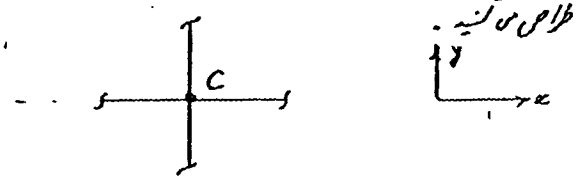
	0.0	4.0	5.6	12.0
D	-44.9	17.9	21.6	-40.5
L	-29.3	11.5	14.1	-26.7
E	±20	±16.7	±11.4	∓20
$U_1 = 1.25D + 1.5L$	-100.1	39.6	48.2	-90.7
$U_2^+ = 0.8(1.25D + 1.5L + 1.5E)$	-56.1	39.7	40.2	-48.6
U_2^- " $-1.5E$	-104.1	23.6	36.9	-96.5
$U_3^+ = 0.85D + 1.2E$	-14.2	23.3	20.0	-10.4
U_3^- = " $-1.2E$	-62.2	7.2	16.7	-58.4



دیاگرام لنگر خمشی در حد نهائی M_U

مثال شماره ۱

ستون C در شکل زیر در حالت عادی بارهای لنگرای خمش $M_y \begin{cases} D=2\ T\text{-}m \\ L=6 \end{cases}$ و $M_x \begin{cases} D=5\ T\text{-}m \\ L=3 \end{cases}$ و $N \begin{cases} D=40\ T \\ L=25 \end{cases}$ را تحمل می‌کند. در صورت وقوع زلزله چنانچه زلزله در جهت x اثر کند ستون باید بار و لنگر اضافی $E_x \begin{cases} N=20\ T \\ M_x=10\ T\text{-}m \end{cases}$ و چنانچه زلزله در جهت y اثر کند ستون باید بار و لنگر اضافی $E_y \begin{cases} N=25\ T \\ M_y=5\ T\text{-}m \end{cases}$ را تحمل کند. تنبیل کنید ستون را برای چه بارهائی طراحی می‌کنید.



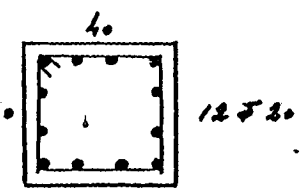
		N T	M_x T-m	M_y T-m	
	D	40	5	2	
	L	25	3	6	
	E_x	20	10	—	
	E_y	25	—	5	
	$U_1 = 1.25D + 1.5L$	87.5	10.8	11.5	①
زلزله در جهت x	$U_2 = .6(1.25D + 1.5L + 1.5E_x)$	94.0	20.6	9.2	②
	$U_3 = .85D + 1.2E_x$	58.0	16.3	1.7	③
زلزله در جهت y	$U_2 = \ \ \ E_y$	100.0	8.6	15.2	④
	$U_3 = \ \ \ E_y$	64.0	4.3	7.7	⑤

از ترکیب‌های فوق برای احتمال قوی یکی از حالات ① و ② و ④ حاکم شده، ولی ممکن است در ستون‌ها بارهای کوچک و لنگرای خمش بزرگ مانند حالت ③ نیز حاکم گردند.

در ترکیب‌های فوق تنها زلزله در جهت افزایش دهنده بار در نظر گرفته شد اگر زلزله را در جهت کاهش دهنده نیز منظور کنیم چهار ترکیب دیگر خواهیم داشت که ممکن است در حالات تعیین کننده باشند.

ستون کوتاه با مقطع مربع به ضلع 40 Cm با 12 ⌀ 20 تقویت شده است. این ستون در حالت عادی زیر اثر بار محوری $N \begin{cases} D=120^T \\ L=60^T \end{cases}$ قرار دارد. تعیین کنید زیر اثر این بار چه تنش‌هائی در بتن و فولاد موجود است. اگر بار N به کمک دینم برابر مقدار خود افزایش پیدا کند مقادیر این تنش‌ها چه اندازه خواهند شد. مقاومت نهائی اسمی ستون را تعیین کرده و ضریب اطمینان موجود در طرح آن را بدست آورید. مقاومت ستون در حالت حدی نهائی ستون را تعیین کرده و با بارهای فوق مقایسه کنید.

$f_{cc} = 200\ Kg/Cm^2$ $\quad f_y = 4000\ Kg/Cm^2$



12 ⌀ 20 $\quad A_s = 37.7\ Cm^2$

$A_g = 40 \times 40 = 1600\ Cm^2$

$A_c = A_g - A_s = 1562.3\ Cm^2$

$E_c = 15800\sqrt{f_{cc}} = 220{,}000\ Kg/Cm^2$

$E_s = 2{,}100{,}000\ Kg/Cm^2$

$n = E_s/E_c = 9.6 \approx 10$

الف ـ تعیین تنش‌ها در حالت $N = 180^T$

با فرض خطی بودن بتن:

$A_{eq} = A_g + (n-1)A_s = 1600 + \frac{9}{10} \times 37.7 = 1940.6\ Cm^2$

$f_c = N/A_{eq} = 180{,}000/1940.6 = 92.8\ Kg/Cm^2$ $\quad f_c < \frac{1}{2} f_{cc}$ ok.

$f_s = n \cdot f_c = 10 \times 92.8 = 928\ Kg/Cm^2$

ب ـ تعیین تنش‌ها در حالت $N = 270^T$

با فرض خطی بودن بتن:

$f_c = N/A_{eq} = 270{,}000/1901.6 = 142.1\ Kg/Cm^2$

$f_c > \frac{1}{2} f_{cc}$ N.G. بتن غیرخطی است

$f_c = f_{cc}(2x - x^2)$, $x = \varepsilon_c/\varepsilon_{co}$, $\varepsilon_{co} = 2f_{cc}/E_c = 0.0018$

$\varepsilon_s = \varepsilon_c = x \cdot \varepsilon_{co} = 0.0018\,x$

$f_s = E_s \cdot \varepsilon_s = 2100 \times 0.0018\,x = 3.78\,x\ T/Cm^2$

$$N = f_c \cdot A_c + f_s \cdot A_s$$

$$270 = .2(2x - x^2) \times 1562.3 + \frac{3.78}{6} x \times 37.7$$

$$312.46 x^2 - \frac{767.43}{76}.64 x + 270 = 0 \quad \rightarrow \quad x = .43$$

$$\varepsilon_c = .0018 \times .43 = .00077$$

$$f_c = .2(2 \times .43 - .43^2) = .135 \ T/Cm^2 \ = 135 \ Kg/C^2$$

$$f_s = \frac{3.78}{6} \times .43 = 1.55 \ T/C^2 \ = \frac{1630}{1.63} \ Kg/C^2$$

$$\text{Chk.} \quad N = .135 \times 1562.3 + \frac{1.63}{1.55} \times 37.7 = \frac{272.4}{269.4} < 270 \quad \text{OK.}$$

ج - تعیین مقاومت نهائی اسمی ستون و ضریب اطمینان طرح

$$N_n = .85 f_{cc} \cdot A_c + f_y \cdot A_s$$

$$N_n = .85 \times .2 \times 1562.3 + 4.0 \times 37.7 = 416.4 \ T$$

$$FS = N_n / N = 416.4 / 180 = 2.3$$

د - تعیین مقاومت ستون در حالت حدی نهائی و بار نهائی

$$f_{cd} = \phi_c \cdot f_{cc} = .6 \times 200 = 120 \ Kg/Cm^2$$

$$f_{yd} = \phi_s \cdot f_y = .85 \times 4000 = 3400$$

$$N_r = .85 f_{cd} \cdot A_c + f_{yd} \cdot A_s$$

$$N_r = .85 \times .12 \times 1562.3 + 3.4 \times 37.7 = 287.5 \ T$$ مقاومت نهائی ستون

$$N_u = 1.25 D + 1.5 L = 1.25 \times 120 + 1.5 \times 60 = 240 \ T$$ بار نهائی ستون

$$N_u < N_r \quad \text{OK.}$$

www.vepub.com
Publish Your Mind

مثال یک - تیری با مقطع مربع مستطیل به ابعاد 40×60 Cm مطابق شکل زیر تقویت شده است. خواسته‌های زیر را تعیین کنید :

الف - تنش‌های اکسیم در بتن فشاری و در بتن کشش و در فولادها تحت اثر لنگر خمش $M = 6.0\ T.m$

ب - لنگر خمش که تیر تحت اثر آن ترک می‌خورد ، M_{cr}

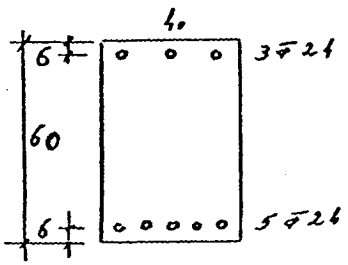
ج - تنش‌های اکسیم در بتن فشاری و در بتن کشش و در فولادها تحت اثر لنگر خمش $M = 20.0\ T.m$

د - لنگر خمش که تحت اثر آن تنش اکسیم در بتن فشاری به $f_c = 150\ Kg/Cm^2$ می‌رسد .

هـ - لنگر خمش مقاوم نهائی اسمی ، M_n

و - لنگر خمش مقاوم در حالت حدی نهائی ، M_r

$f_{cc} = 200\ Kg/Cm^2$ $\quad f_y = 4000\ Kg/Cm^2$



$A_s = 5\varnothing 24 = 22.5\ Cm^2$

$A_s' = 3\varnothing 24 = 13.5$

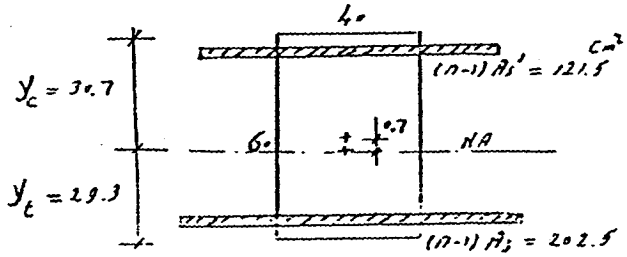
$E_c = 15000\sqrt{f_{cc}} = 220{,}000\ Kg/Cm^2$

$E_s = 2{,}100{,}000$

$n = E_s/E_c = 9.6 \simeq 10.0$

الف - $M = 6.0\ T.m$

با فرض اینکه تیر در حدود کانال ، قبل از ترک خوردگی است .



$y_t = (40\times60\times30 + 121.5\times54 + 202.5\times6)/(40\times60 + 121.5 + 202.5) = 29.3\ Cm$

$I_g = \frac{1}{12}\times40\times60^3 + 40\times60\times0.7^2 + 121.5\times24.7^2 + 202.5\times23.3^2 = 9.05\times10^5\ Cm^4$

$f_r = 2\sqrt{f_{cc}} = 2\sqrt{200} = 28.3\ Kg/Cm^2$ مدول گسیختگی بتن

تنش در لبه کششی تا زمانی که کمتر از f_r است

$f_{ct} = M.y_t/I_g = 6\times10^5 \times 29.3/9.5\times10^5 = 19.1\ kg/cm^2 < f_r$

$f_{ct} = M.y_c/I_g = \quad 30.7 \quad = 20.4$

$f_s' = n.My_s'/I_g = 10\times 6\times10^5 \times 24.7/9.5\times10^5 = 164$

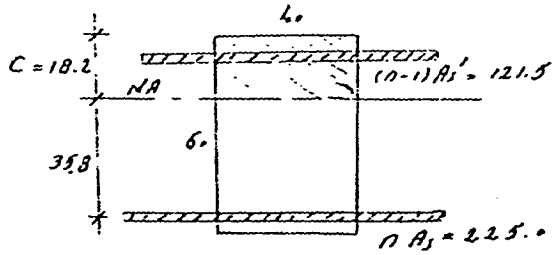
$f_s = n.My_s/I_g = \quad \times 23.3 \quad = 154$

ب- تعیین فرض ترک خوردگی و M_{cr}

$M_{cr} = f_r.I_g/y_t = 28.3\times9.5\times10^5/29.3 = 8.7\times10^5\ kg\text{-}cm = 8.7\ T\text{-}m$

ج- $M = 20\ T\text{-}m$

با فرض ترک خوردگی بتن و تنش در لبه کششی برابر f_r است. بنابراین نیز از مراحل گذشته است. با فرض کوتاه نیز در مرحله دوم کانال است.



$\frac{1}{2}bC^2 + (n-1)A_s'(C-d') - nA_s(d-C) = 0$

$\frac{1}{2}\times40\times C^2 + 121.5(C-6) - 225.0(54-C) = 0$

$20C^2 + 346.5C - 12879 = 0 \qquad C = 18.2\ cm$

$I_{cr} = \frac{1}{3}bC^3 + (n-1)A_s'(C-d')^2 + nA_s(d-C)^2$

$I_{cr} = \frac{1}{3}\times40\times18.2^3 + 121.5\times12.2^2 + 225\times35.8^2 = 3.87\times10^5\ cm^4$

$f_c = M.C/I_{cr} = 20\times10^5\times18.2/3.87\times10^5 = 94.1\ kg/cm^2 < \frac{1}{2}f_{cc} = 100$ ok.

$f_s' = n.M.(C-d')/I_{cr} = 10\times20\times10^5\times12.2/3.87\times10^5 = 630.5$

$f_s = n.M.(d-C)/I_{cr} = \quad 35.8 \quad = 1650 < 4000$ ok.

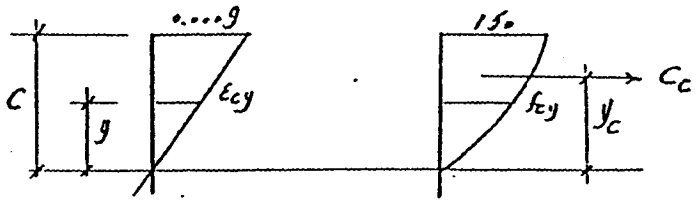
$\bar{f}_c = 150$ kg/cm² :

در این حالت بتن دارد در حد نزدیک شدن به گسیختگی است. برعکس کانال

$\bar{f}_c = 150$ kg/cm²

$f_c = f_{cc}(2x - x^2)$ $\quad x = \varepsilon_c/\varepsilon_{co}$, $\varepsilon_{co} = 2 f_{cc}/E_c = .0018$

$.15 = .20(2x - x^2) \rightarrow \begin{cases} x = 1.055 \\ x = .5 \checkmark \end{cases} \rightarrow \varepsilon_c = .0009$



$\varepsilon_{cy} = \frac{y}{C} \times .0009$

$f_{cy} = f_{cc}(2x - x^2)$ $\quad x = \varepsilon_{cy}/\varepsilon_{co} = \frac{y}{C} \times .0009/.0018 = .5\frac{y}{C}$

$f_{cy} = .2\left(2 \times .5\frac{y}{C} - .25\frac{y^2}{C^2}\right) = .2\frac{y}{C} - .05\frac{y^2}{C^2}$

$C_c = \int_0^C b\, f_{cy}\, dy = \int_0^C b\left(.2\frac{y}{C} - .05\frac{y^2}{C^2}\right) = \underline{.083\, bC}$

$y_c = \int_0^C b\, y\, f_{cy}\, dy \,/\, C_c = \int_0^C b\left(.2\frac{y^2}{C} - .05\frac{y^3}{C^2}\right) / C_c = \underline{.65C}$

$C_c + A_s' f_s' - A_s f_s = 0$

$\varepsilon_s' = \frac{C - d'}{C} \times .0009$ $\quad f_s' = 2100 \times \frac{C-d'}{C} \times .0009 = 1.89\frac{C-d'}{C}$

$\varepsilon_s = \frac{d - C}{C} \times .0009$ $\quad f_s = 1.89\frac{d-C}{C}$

$.083 \times 40C + 12.5 \times 1.89\frac{C-6}{C} - 22.5 \times 1.89\frac{54-C}{C} = 0$

$3.32C^2 + 68.04C - 2449.5 = 0 \rightarrow \underline{C = 18.8}$ $\quad y_c = 12.2$

$C_c = .083\, bC = 62.4$ T

$f_s' = 1.89(C - d')/C = 1.29$ T/cm² $\quad A_s' f_s' = 17.4$ T

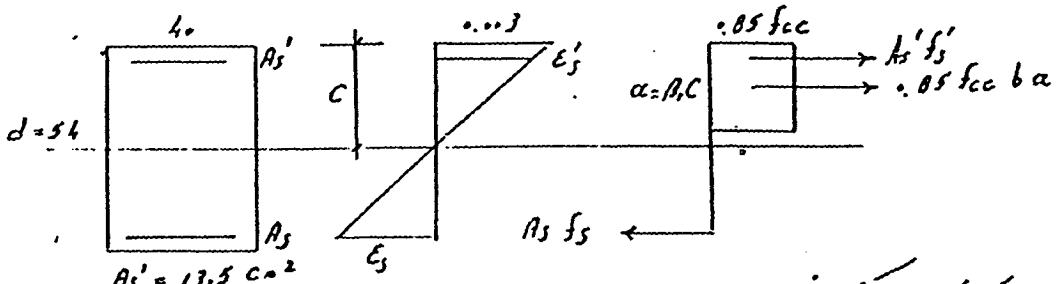
$f_s = 1.89(d - C)/C = 3.54 < 4.0$ $\quad A_s f_s = 79.7$ T

$62.4 + 17.4 = 79.8 \checkmark$

$M = C_c \times y_c + A_s' f_s' (C - d') + A_s f_s (d - C)$

$M = 62.4 \times 12.2 + 17.4 \times 12.8 + 79.7 \times 35.2 = 3730$ T-cm $= 38$ T-m

حد گذر فرض شده و تعیین لنگر اسمی M_n



(۱) - با فرض آنکه آرماتور کششی و فشاری هر دو جاری شوند :

$f_s = f_s' = f_y$

$C = \frac{a}{\beta_1} = \frac{a}{0.85}$

$0.85 f_{cc}\, b\, a + A_s' f_y - A_s f_y = 0 \longrightarrow a = \frac{(22.5-13.5)4}{0.85\times 0.2\times 40} = 5.3\,cm \;,\; C = 6.3\,cm$

دیده می‌شود فرض فشار و آرماتور فشاری جاری نمی‌شود. (8)

(۲) - با فرض آنکه آرماتور کششی جاری می‌شود و آرماتور فشاری جاری نمی‌شود.

$f_s = f_y$

$f_s' = E_s \cdot \varepsilon_s' = E_s \cdot \frac{C-d'}{C}\times 0.003 = 6.3\,\frac{C-6}{C}$

$0.85\times 0.2\times 40\times 0.85C + 13.5\times 6.3\,\frac{C-6}{C} - 22.5\times 4 = 0$

$5.78\,C^2 - 4.95\,C - 510.3 = 0 \longrightarrow C = 9.8 \;,\; a = 8.4$

$\varepsilon_s' = \frac{9.8-6}{9.8}\times 0.003 = 0.0012 < \varepsilon_y = 0.0019$ فرض صحیح است

$C_c = 0.85 f_{cc}\, b\, a = 57.1^{T}$

$f_s' = E_s \cdot \varepsilon_s' = 2.52^{T/cm^2}$, $A_s' f_s' = 34.0^{T}$

$f_s = 4.0$, $A_s f_s = 90.0$

$57.1 + 34.0 = 91.1 \approx 90$ OK.

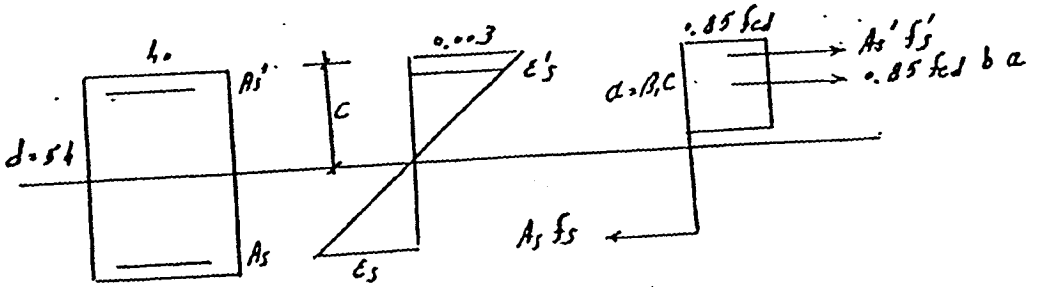
$M_n = C_c\,(d - a/2) + A_s' f_s' (d - d')$

$M_n = 57.1\,(54 - 8.4/2) + 34\,(54-6) = 4476\ T\text{-}cm = \underline{\underline{44.8\ T\text{-}m}}$

درس سازه‌های بتن آرمه — کانال برای یا مقطع مربع مستطیل

برگ شماره (3)
صفحه (5/6)

د- لنگر خمشی مقاوم در حالت حدی نهائی ، M_r



$A_s' = 13.5\ cm^2$

$A_s = 22.5$

$f_{cd} = 0.12\ T/cm^2$ $\qquad f_{yd} = 3.4\ T/cm^2$

بازجه بر است (ر) فرض می‌شود که بازگشش جاری می‌شود و کرباز فشاری جاری نمی‌شود .

$f_s = f_{yd} = \phi_s f_y = 0.85 \times 4.0 = 3.4$

$f_s' = 6.3 \dfrac{C-6}{C}$

$0.85 f_{cd} b a + A_s' f_s' - A_s f_{yd} = 0$

$0.85 \times 0.12 \times 4.0 \times 0.85 C + 13.5 \times 6.3 \dfrac{C-6}{C} - 22.5 \times 3.4 = 0$

$3.47 C^2 + 8.55 C - 510.3 = 0 \longrightarrow C = 11.0 \ , \ a = 9.3$

فرض صحیح است .

$\varepsilon_s' = \dfrac{11-6}{11} \times 0.003 = 0.0014 < \varepsilon_{yd} = 0.0016$

$C_c = 0.85 f_{cd} b a = 38.0^T$

$f_s' = E_s \cdot \varepsilon_s' = 2.94\ T/cm^2$

$f_s = 3.4$

$A_s' f_s' = 39.7^T$

$A_s f_s = 76.5$

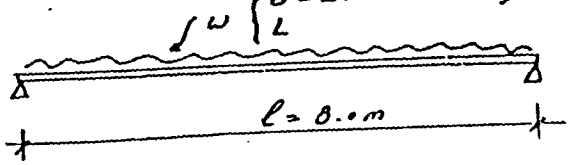
$38.0 + 39.7 = 77.7 \simeq 76.5$ ✓

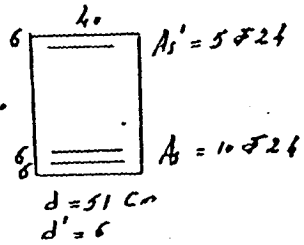
$M_r = C_c (d - a/2) + A_s' f_s' (d - d')$

$M_r = 38.0 (54 - 9.3/2) + 39.7 (54 - 6) = 3780\ T\text{-}cm = 37.8\ T\text{-}m$

صفحه (616)

مثال دو - تیری با تکیه‌گاه‌های ساده در دو انتها عادی زیر اثر بار گسترده ω قرار دارد. مقطع تیر یک مستطیل با ابعاد 40×60 cm است و مطابق شکل زیر تقویت شده است. تعیین کنید حداکثر مقدار ω را. ضریب اطمینان موجود در طرح را حساب کنید.





$f_{cc} = 200$ Kg/Cm² $\qquad f_y = 4000$ Kg/Cm²

$A_s = 10\phi 24 = 45\ Cm^2$

$A_s' = 5\phi 24 = 22.5$

$$\rho_b = 0.85\beta_1 \times \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \times \frac{6300}{6300 + f_y}$$

$$\rho_b = 0.85^2 \times \frac{0.12}{3.4} \times \frac{6300}{6300+4000} = 0.0156 \qquad \rho_{bd} = 1.05\,\rho_b$$

$$(\rho-\rho')_{min} = 0.85\beta_1 \times \frac{d'}{d} \times \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \times \frac{6300}{6300 - f_{yd}}$$

$$(\rho-\rho')_{min} = 0.85^2 \cdot \frac{6}{51} \times \frac{0.12}{3.4} \times \frac{6300}{6300-3400} = 0.0066$$

$\rho - \rho' = (A_s - A_s')/bd = (45 - 22.5)/40\times51 = 0.011$

$(\rho-\rho')_{min} < \rho-\rho' < \rho_{bd}$ — هر دو گزینه کرباکر و جاری می‌شوند.

$$a = (A_s - A_s')f_{yd}/0.85 f_{cd}\, b = 22.5\times3.4/0.85\times0.12\times40 = 18.8\ Cm$$

$$M_r = 0.85 f_{cd}\, b\, a\,(d - a/2) + A_s' f_{yd}(d-d')$$

$$M_r = 0.85\times0.12\times40\times18.8\,(51 - 18.8/2) + 22.5\times3.4\,(51-6) = 66.3\ T\text{-}m$$

$$M_u = M_r = \frac{1}{8}\omega_u \ell^2 \longrightarrow \omega_u = 8M_r/\ell^2 = 8.3\ T/m$$

$$\omega_u = 1.25D + 1.5L = 1.25\times2L + 1.5L = 4.0L \longrightarrow L = 2.08,\ D = 4.15,\ \omega = 6.23\ T/m$$

تحقیق شده با نرم افزار اکسل

$$a = (A_s - A_s')f_y/0.85 f_{cc}\, b = 22.5\times4/0.85\times0.2\times40 = 13.2\ Cm$$

$$M_n = 0.85 f_{cc}\, b\, a\,(d - a/2) + A_s' f_y (d-d') = 80.4\ T\text{-}m$$

$$\omega = 6.23\ T/m \longrightarrow M = \frac{1}{8}\omega\ell^2 = 49.9\ T\text{-}m \qquad FS = 80.4/49.9 = 1.61$$

مقایسه ACI و آبا

برگ شماره (3)
تهیه و تنظیم

مثال (1)

D = 2L

M_n = 44.8 T-m

ϕM_n = 40.3 T-m

$M_u = 1.4 M_D + 1.7 M_L = 4.5 M_L \longrightarrow M_L = 9.0^{T-m} \quad M_D = 18.0^{T-m}$

$M = M_D + M_L = 27.0^{T-m}$

M_r = 37.8 T-m

$M_r = 1.25 M_D + 1.5 M_L = 4.0 M_L \longrightarrow M_L = 9.45^{T-m} \quad M_D = 18.9^{T-m}$

$M = M_D + M_L = 28.4^{T-m}$

M(آبا) / M(ACI) = 28.4 / 27.0 = 1.05

مثال (2)

M_n = 80.4 T-m

ϕM_n = 72.4

M_L = 72.4 / 4.5 = 16.1 $\quad M_D$ = 32.2 $\quad M$ = 48.3

M_r = 66.3

M_L = 66.3 / 4.0 = 16.6 $\quad M_D$ = 33.2 $\quad M$ = 49.8

M(آبا) / M(ACI) = 49.8 / 48.3 = 1.03

تیری با مقطع مستطیل به ابعاد 40 × 60 Cm در نظر است. کرباتورهای لازم برای تیر را در حالتهای زیر بدست آورید:

الف - به تیر در حالت حدی نهائی لنگر خمشی $M_u = 10$ T-m وارد می‌شود

ب - " " $M_u = 30$ T-m " " " "

ج - " " $M_u = 50$ T-m " " " "

د - حالت (ج) را در فولادی که $f_y = 6000$ Kg/Cm² است حل کنید.

هـ - اگر به تیر در حالت حدی نهائی لنگر خمشی $M_u = 80$ T-m وارد گردد، چه مقطعی حداقل ارتفاع را بدست می‌دهد؟ کرباتورهای لازم در این حالت چه اندازه است.

$f_{cc} = 200$ Kg/Cm² $\qquad f_y = 4000$ Kg/Cm²

الف - $M_u = 10$ T-m

$f_{cd} = 120$ Kg/Cm² $\qquad f_{yd} = 3400$ Kg/Cm²

$\beta_b = 0.0156$ $\qquad R_b = 0.327$

$d = 54$ Cm $\qquad d' = 6$ Cm

$$R = M_u / f_{cd}\, b\, d^2 = 1000 / 0.12 \times 40 \times 54^2 = 0.072 < R_b$$

به کرباتور فشاری نیازی نیست.

$R = 0.072 \rightarrow \varphi = 0.076$

$\beta = \varphi f_{cd} / f_{yd} = 0.0027$

$\beta_{min} = 14 / f_y = 0.0035$ $\qquad \beta < \beta_{min}$ $\qquad \beta \rightarrow \beta_{min}$

$A_s = \beta_{min}\, b\, d = 7.6$ Cm²

Ch. $\quad a = 6.4$ Cm $\qquad M_r = 13.1$ T-m $\qquad 10 \times 0.0035 / 0.0027 = 13.0$ OK.

ب - $M_u = 30\ T\text{-}m$

$R = M_u / f_{cd}\, b\, d^2 = .214 < R_b$

به کار تا تعریف کار نیازی نیست .

$R = .214 \longrightarrow \varphi = .252$

$\rho = \varphi \cdot f_{cd} / f_{yd} = .0089$ $\qquad \rho_{min} < \rho < \rho_b$ ok.

$A_s = .0089 \times 40 \times 54 = \underline{19.3\ Cm^2}$

ch. $a = 16.1\ Cm$ $\qquad M_r = 30.2\ T\text{-}m$ ok.

ج - $M_u = 50\ T\text{-}m$

$R = M_u / f_{cd}\, b\, d^2 = .357 > R_b$

به کار تا تعریف کار نیاز است . بهترست کار تا تعریف کشش در دو ردیف پیش بینی شود .

$d = 51\ Cm$ $\qquad d' = 6\ Cm$

$R = .40 > R_b$

$\rho - \rho' = \rho_b = .0156$

$\bar{A}_s = (\rho - \rho')\, b\, d = 31.8\ Cm^2$

$M_1 = R_b\, f_{cd}\, b\, d^2 = .327 \times .12 \times 40 \times 51^2 = 40.8\ T\text{-}m$

$M_2 = M_u - M_1 = 50 - 40.8 = 9.2\ T\text{-}m$

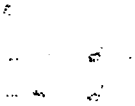
$A_s' = M_2 / f_{yd}(d - d') = 9.2 / 3.4\,(51 - 6) = 6.0\ Cm^2$

$(\rho - \rho')_{min} = .85 \beta_1 \dfrac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \dfrac{d'}{d} \cdot \dfrac{6300}{6300 - f_{yd}} = .0065 < \rho - \rho'$ ok.

کار تا تعریف کار جایگاه می‌شود .

$A_s = \bar{A}_s + A_s' = 31.8 + 6 = \underline{37.8\ Cm^2}$ $\qquad \underline{A_s' = 6.0\ Cm^2}$

ch. $a = 26.7\ Cm$ $\qquad M_r = 50.2\ T\text{-}m$ ok.



$f_y = 6000\ Kg/C^2$ و $M_u = 50\ T\text{-}m$ ـ)

$f_{cc} = 200\ Kg/C^2$ $f_{cd} = 120\ Kg/C^2$

$f_y = 6000$ $f_{yd} = 5100$

$\rho_b = 0.85^2 \times \frac{120}{5100} \times \frac{6300}{6300+6000} = 0.0087$

$\rho_b = \rho_b f_{yd} / f_{cd} = 0.0087 \times 5.1 / 0.12 = 0.37$

$R_b = \rho_b (1 - 0.59\,\rho_b) = 0.289$

$R = M_u / f_{cd}.b d^2 = 0.4 > R_b$

برگ با آرماتور فشاری نیاز است.

$\rho - \rho' = \rho_b = 0.0087$

$\bar{A_s} = (\rho - \rho')\, bd = 17.8\ Cm^2$

$M_1 = R_b f_{cd} b d^2 = 36.0\ T\text{-}m$

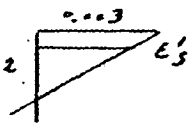
$M_2 = M_u - M_1 = 14.0\ T\text{-}m$

$A_s' = M_2 / f_{yd}(d - d') = 6.1\ Cm^2$

$(\rho - \rho')_{min} = 0.85^2 \times \frac{120}{5100} \times \frac{6}{51} \times \frac{6300}{6300 - 5100} = 0.0105 > \rho - \rho'$

آرماتور فشاری جاری نمی‌شود.

$\bar{A_s} = 17.8\ Cm^2 \rightarrow a = 22.3\ Cm$ ، $C = 26.2\ Cm$



$\varepsilon_s' = (20.2/26.2) \times 0.003 = 0.0023$

$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 5.1/2100 = 0.0024 > 0.0023$

$\bar{A_s'} = A_s' \cdot \frac{\varepsilon_{yd}}{\varepsilon_s'} = 6.1 \times 0.0024 / 0.0023 = \underline{6.4}\ Cm^2$

$A_s = \bar{A_s} + \bar{A_s'} = 17.8 + 6.4 = \underline{24.2\ Cm^2}$

ch. $a = 22.25\ Cm$ $M_r = 50.9\ T\text{-}m > 50.0$ ok

$M_u = 80\ T\text{-}m$ ـ)

$M_u = R_b f_{cd} b d^2 \rightarrow bd^2 = M_u / R_b f_{cd} = 8000 / 0.327 \times 40 = 2.3874\ Cm^3$

$b = 40 \rightarrow d = 71.4$

$b = 50 \rightarrow d = 64 \rightarrow t = 73 \rightarrow 75\ Cm$ $b \times t = 50 \times 75\ Cm$

$A_s = \rho\, bd = 0.0156 \times 50 \times 66 = \underline{51.5}\ Cm^2$

مقایسه ACI با آیا

در این مثال $L = 2D$ است. با این فرض این دو آئین نامه مقایسه می شوند

الف - ACI

$$N_n = 416.4^T$$

$$N_u = \phi \cdot N_n = 0.7 \times 416.4 = 291.5^T$$

$$N_u = 1.4D + 1.7L$$

$$291.5 = 1.4 \times 2L + 1.7L = 4.5L \rightarrow L = 64.8^T, \quad D = 129.6^T$$

$$N = D + L = 194.4^T$$ بارگذاری در ACI

ب - آیا

$$N_r = 287.5^T$$

$$N_r = 1.25D + 1.5L$$

$$287.5 = 1.25 \times 2L + 1.5L = 4.0L \rightarrow L = 71.9^T, \quad D = 143.8^T$$

$$N = D + L = 215.7^T$$ بارگذاری در آیا

ج - مقایسه

$$N(\text{آیا}) / N(ACI) = 215.7 / 194.4 = 1.11$$

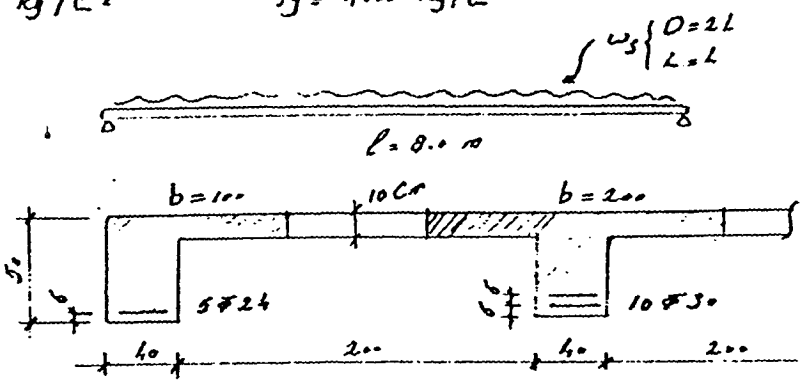
www.vepub.com
Publish Your Mind

درس سازه‌های بتن آرمه — کانال برد طرح تیرهای با مقطع T شکل — برگ شماره (۵) صفحه (۱/۵)

۱- سقف با بتن ریخته شده است. تیرها بطور ساده روی تکیه‌گاه‌ها نشسته‌اند و دهانه آزاد تیرها $\ell = 8.0\ m$ است. مقطع سقف بصورت شکل زیر است. تعیین کنید با حرکت بار تیرهای کناری و میانی چه باری در حد سرویس بر تیرها وارد می‌کند. ضریب اطمینان موجود در طرح حرکت از این تیرها چه اندازه است؟

اگر در تیرهای کناری بجای $5\phi 24$ از $10\phi 30$ استفاده شود چه باری در حد سرویس بر تیرها وارد کرده و در این حالت تنش‌های ایجاد شده در بتن و فولاد چه اندازه خواهند بود؟

$f_{cc} = 200\ Kg/Cm^2$ $\quad f_y = 4000\ Kg/Cm^2$



$f_{cd} = 120\ Kg/Cm^2$ $\quad f_{yd} = 3400\ Kg/Cm^2$

۱-۱- تیرهای کناری

الف - حداکثر بار

$A_s = 5\phi 24 = 22.5\ Cm^2$ $\quad d = 44\ Cm$

$$\begin{cases} b = b_0 + \ell/12 = 40 + 800/12 = 107\ Cm \\ b = b_0 + 6t_0 = 40 + 6 \times 10 = 100 \\ b = b_0 + t_1'/2 = 40 + 200/2 = 140 \end{cases} \longrightarrow b = 100\ Cm$$

$a = A_s f_{yd} / .85 f_{cd} b = 22.5 \times 3.4 / .85 \times .12 \times 100 = 7.5\ Cm < 10.0$

با مقطع بزرگ سروکار داریم

$M_r = A_s f_{yd} (d - a/2) = 22.5 \times 3.4 \times (44 - 7.5/2) = 30.8\ T\text{-}m$

$M_u = M_r = \frac{1}{8} \omega_u \ell^2 \longrightarrow \omega_u = 3.85\ T/m$

$\omega_u = 1.25 D + 1.5 L = 1.25 \times 2L + 1.5 L = 4L$

$L = \omega_u / 4 = .96\ T/m$ $\quad D = 2L = 1.92\ T/m$ $\quad \omega_s = D + L = 2.88\ T/m$

ب - ضریب اطمینان

لنگر سرویس

$M_S = \frac{1}{8} \omega_S \ell^2 = \frac{1}{8} \times 2.88 \times 8^2 = 23.1$ T-m

$a = A_s f_y / .85 f_{cc} b = 22.5 \times 4 / .85 \times .2 \times 100 = 5.3 < 10.0$ Cm

لنگر مقاوم اسمی

$M_n = A_s f_y (d - a/2) = 22.5 \times 4 (44 - 5.3/2) = 37.2$ T-m

$F.S. = M_n / M_S = 37.2 / 23.1 = 1.61$

۵-۲- تیر میانی

الف - حد آرماتور

$d = 41.0$ Cm

$A_s = 10 \phi 30 = 70.7$ Cm²

$$\begin{cases} b = .4\ell = .4 \times 800 = 320 \text{ Cm} \\ b = b_o + 16 t_o = 40 + 16 \times 10 = 200 \\ b = b_o + .5(\ell_1 + \ell_2) = 40 + 200 = 240 \end{cases} \longrightarrow b = 200 \text{ Cm}$$

$a = A_s f_{yd} / .85 f_{cd} b = 70.7 \times 3.4 / .85 \times .12 \times 200 = 11.8$ Cm > 10.0 Cm

لذا جدار تیر T محاسبه می‌شود.

$A_{sf} = .85 f_{cd} (b - b_o) t_o / f_{yd} = .85 \times .12 \times 160 \times 10 / 3.4 = 48.0$ Cm²

$A_{sw} = A_s - A_{sf} = 70.7 - 48.0 = 22.7$ Cm²

$\rho_w = A_{sw} / b_o d = 22.7 / 40 \times 41 = .0138 < 1.05 \rho_b = .0164$

فولاد جاری می‌شود.

$M_f = A_{sf} f_{yd} (d - t_o/2) = 48 \times 3.4 (41 - 10/2) = 58.8$ T-m

$a_w = A_{sw} f_{yd} / .85 f_{cd} b_o = 22.7 \times 3.4 / .85 \times .12 \times 40 = 18.9$ Cm

$M_w = A_{sw} f_{yd} (d - a/2) = 22.7 \times 3.4 (41 - 18.9/2) = 24.4$ T-m

$M_r = M_f + M_w = 58.8 + 24.4 = 83.2$ T-m

$M_w = M_r = \frac{1}{8} \omega_u \ell^2 \longrightarrow \omega_u = 10.4$ T/m $\longrightarrow \begin{cases} L = 2.6 \text{ T/m} \\ D = 5.2 \end{cases} \longrightarrow \omega_S = 7.8$ T/m

ب - ضریب اطمینان

$M_S = \frac{1}{8} \omega_S \ell^2 = \frac{1}{8} \times 7.8 \times 8^2 = 62.4$ T-m

$a = A_s f_y / .85 f_{cc} b = 70.7 \times 4 / .85 \times .2 \times 200 = 8.3 < 10.0$ Cm

$M_n = A_s f_y (d - a/2) = 70.7 \times 4 (41 - 8.3/2) = 104.2$ T-m

$F.S. = \frac{104.2}{62.4} = 1.67$

۱-۳- تیر کنسول با ۱۰ ⌀ ۳۰

الف- حداکثر بار

$A_s = 10 \phi 30 = 70.7\ cm^2$ $\quad d = 41.0\ cm$

$a > t_0$ بنابراین محاسبات نبش

$A_{sf} = 0.85 \times 0.12\ (100 - 40) \times 10 / 3.4 = 18.0\ cm^2$

$A_{sw} = 70.7 - 18.0 = 52.7\ cm^2$

$\rho_w = 52.7 / 40 \times 41 = 0.032 > 1.05\ \rho_b = 0.0164$

محاسبات براساس فرض جاری شدن فولاد صحیح نیستند و باید از روش کلی استفاده نمود.

$0.85 f_{cd} b_0 a + 0.85 f_{cd} (b - b_0) t_0 - A_s f_s = 0$

$f_s = E_s \cdot \varepsilon_s = E_s \cdot \frac{d-c}{c} \times 0.003 = 6.3\ \frac{41-c}{c}$

$0.85 \times 0.12 \times 40 \times 0.8 c + 0.85 \times 0.12 (100 - 40) \times 10 - 70.7 \times 6.3\ \frac{41-c}{c} = 0$

$3.468\ c^2 + 306.61 c - 18261.8 = 0 \rightarrow c = 29.9\ cm \quad a = 25.4$

$f_s = 6.3\ \frac{41 - 29.9}{29.9} = 2.34 < 3.4$

ch. $0.85 f_{cd} b_0 a = 103.6\ T$, $0.85 f_{cd} (b - b_0) t_0 = 61.2\ T$

$A_s f_s = 165.4\ T$ $\quad 103.6 + 61.2 = 164.8 \approx 165.4$ ok.

$M_f = 61.2 (41 - 10/2) = 22.1\ T\cdot m$

$M_w = 103.6 (41 - 25.4/2) = 29.3$

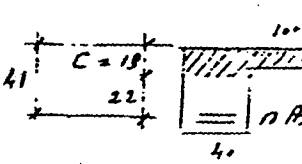
$M_r = 22.1 + 29.3 = 51.4\ T\cdot m$

$M_u = M_r = \frac{1}{8} w_u \ell^2 \rightarrow w_u = 6.43\ T/m \rightarrow \begin{cases} L = 1.6\ T/m \\ D = 3.2 \end{cases}$ $\quad w_s = 4.8\ T/m$

ب- تعیین تنش کارحد سرویس

$60 \times 10 (C - 5) + \frac{1}{2} \times 40 C^2 - 70.7 (41 - C) = 0$

$20 C^2 + 130.7 C - 3138.7 = 0 \rightarrow C = 13.0\ cm$



$I_{cr} = \frac{1}{3} \times 40 \times 13^3 + \frac{1}{12} \times 60 \times 10^3 + 60 \times 10 \times 14^2 + 70.7 \times 22^2$

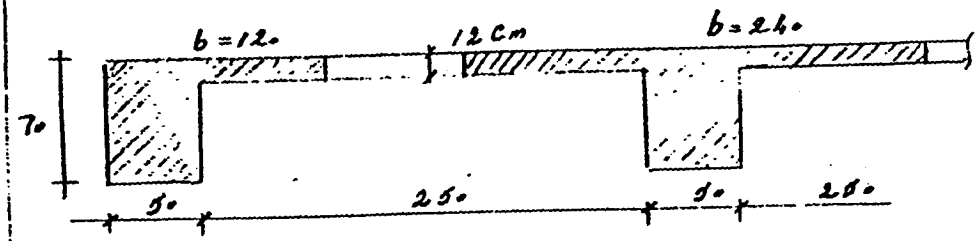
$I_{cr} = 5.56 \times 10^5\ cm^4$

$f_c = \frac{38.4 \times 10^5 \times 13}{5.56 \times 10^5} = 131.2\ kg/cm^2 > \frac{1}{2} f_{cc}$ ... بتن دارد در حد غیرخطی کار می‌کند , $f_s = 10 \times \frac{38.4 \times 10^5 \times 22}{5.56 \times 10^5} = 1520\ kg/cm^2$

درس سازه‌های بتن آرمه — آنالیز و طرح تیرهای با مقطع T شکل — برگ شماره (5) / صفر (4/5)

۲- سقفی با بستن تیر-دال مطابق شکل زیر پوشانده شده است. تیرها بطور ساده روی تکیه‌گاه‌ها نشسته‌اند و فاصله هر تکیه‌گاه از دیگری ۱۰ متر است. هر یک از تیرهای کناری علاوه بر بار گسترده یکنواخت $\begin{cases} D=6 \ T/m \\ L=2 \end{cases}$ بار متمرکز $P_D = 6$ تن و $P_L = 2$ تن از یک سوم دهانه نیز تحمل می‌کنند. هر یک از تیرها را برای خش طرح کنید.

$f'_c = 200 \ kg/cm^2$ $\qquad$ $f_y = 4000 \ kg/cm^2$



$f_{cd} = 120 \ kg/cm^2$ $\qquad$ $f_{yd} = 3400 \ kg/cm^2$

۲-۱- تیر میانی

$b = 0.4 \ell_0 = 0.4 \times 1000 = 400 \ cm$

$b = b_0 + 16 t_0 = 50 + 16 \times 12 = 242 \rightarrow b = 242 \approx 240 \ cm$

$b = 50 + 250 = 300$

$t = 70 \ cm$ $\qquad$ $d = 61 \ cm$

$w_u = 1.25 D + 1.5 L = 1.25 \times 6 + 1.5 \times 2 = 10.5 \ T/m$

$M_u = \frac{1}{8} w_u \ell^2 = \frac{1}{8} \times 10.5 \times 10^2 = 131.3 \ T\text{-}m$

$\bar{M} = 0.85 f_{cd} b t_0 (d - t_0/2) = 0.85 \times 0.12 \times 240 \times 12 (61 - 12/2) = 161.6 \ T\text{-}m$

$M_u < \bar{M} \rightarrow a < t_0$ با لحاظ مستطیل بزرگ سروکار داریم

$R = M_u / f_{cd} b d^2 = 131300 / 0.12 \times 240 \times 61^2 = 0.123 \rightarrow \rho = 0.134$

$\beta = 0.134 \times 0.12 / 3.4 = 0.0047$

$\beta_{min} = 14 / f_y = 0.0035 < \beta$

$A_s = \beta b d = 0.0047 \times 240 \times 61 = 70.3 \ cm^2$

ch.: $a = 3.8 \ cm$ $\quad M_u = 134.0 \ T\text{-}m > 131.3$ ok $\qquad \frac{1053}{15} = 70.2 \ cm^2$

۲-۱- تیر کناری

$$\begin{cases} b = b_0 + \ell/12 = 50 + 1000/12 = 134 \text{ cm} \\ b = b_0 + 6t_0 = 50 + 6\times 12 = 122 \rightarrow b = 122 \simeq 120 \text{ cm} \\ b = b_0 + \ell_1/2 = 50 + 125 = 175 \end{cases}$$

$M_u = 131.3$ T-m

$\bar{M} = 0.85 f_{cd}\, b\, t_0 (d - t_0/2) = 0.85\times 0.12\times 120\times 12(61 - 12/2) = 80.8$ T-m

$M_u > \bar{M} \rightarrow a > t_0$

(با فرض تیر T شکل مستطیلی)

$A_{sf} = 0.85 f_{cd}(b - b_0) t_0 / f_{yd} = 0.85\times 0.12(120-50)\times 12/3.4 = 25.2 \text{ cm}^2$

$M_f = A_{sf} \cdot f_{yd}(d - t_0/2) = 25.2\times 3.4(61 - 12/2) = 47.1$ T-m

$M_w = M_u - M_f = 131.3 - 47.1 = 84.2$ T-m

$R = M_w / f_{cd}\, b_0\, d^2 = 5420/0.12\times 50\times 61^2 = 0.377 > R_b = 0.327$

$M_{w1} = R_b f_{cd} b_0 d^2 = 0.327\times 0.12\times 50\times 61^2 = 73.0$ T-m

$M_{w2} = M_w - M_{w1} = 84.2 - 73.0 = 11.2$ T-m

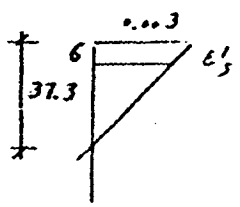
$A_s' = M_{w2} / f_{yd}(d - d') = 1120/3.4(51 - 6) = 6.0 \text{ cm}^2$

$\bar{A}_s = \rho_b b_0 d = 0.0156\times 50\times 61 = 47.6 \text{ cm}^2$

$a = \bar{A}_s f_{yd} / 0.85 f_{cd} b_0 = 47.6\times 3.4 / 0.85\times 0.12\times 50 = 31.7$ cm , $C = 37.3$

$\varepsilon_s' = \frac{31.3}{37.3}\times 0.003 = 0.0025$

$\varepsilon_{yd} = 3.4/2100 = 0.0016 < 0.0025$



$A_{sw} = \bar{A}_s + A_s' = 47.6 + 6.0 = 53.6$

$A_s = A_{sf} + A_{sw} = 25.2 + 53.6 = 78.8 \text{ cm}^2$

$125\times 30 = 84.8$ — $A_s' = 6.0 \text{ cm}^2$ — $2\phi 22 = 6.28$

$\rho = A_s/b_0 d = 0.0258$, $\rho' = A_s'/b_0 d = 0.0197$, $\rho_f = A_{sf}/b_0 d = 0.0083$

$\rho_b = 0.0156$ $\rho_b + \rho_f + \rho' = 0.0258 = \rho$ ok.

مقایسه ACI و ABA

الف - تیر پایین

$w_u = 1.4D + 1.7L = 1.4 \times 6 + 1.7 \times 2 = 11.8$ T/m

$M_u = \frac{1}{8} \times 11.8 \times 10^2 = 147.6$ $\qquad \bar{M}_u = 147.6 / 0.9 = 164$ T-m

$b = 240$ cm

$\bar{M} = 0.85 \times 0.2 \times 240 \times 12 (61 - 12/2) = 269.3$ T-m $> \bar{M}_u \rightarrow a < t_0$

$R = \bar{M}_u / f'_c b d^2 = 16400 / 0.2 \times 240 \times 61^2 = 0.092 \rightarrow \rho = 0.098$

$\beta = 0.098 \times 0.214 = 0.0049$

$A_s = 0.0049 \times 240 \times 61 = 72$ cm^2 $\simeq$ 70 (ABA)

ب - تیر کناری

$b = 120$ cm $\qquad d = 61 \qquad \bar{M}_u = 164$ T-m

$\bar{M} = 269.3/2 = 135 < \bar{M}_u \qquad a > t_0$

$A_{sf} = 0.85 f'_c (b - b_0) t_0 / f_y = 35.7$ cm^2 $\qquad \beta_f = 0.012$

$M_f = A_{sf} f_y (d - t_0/2) = 78.5$ T-m

$M_w = \bar{M}_u - M_f = 85.5$ T-m

$R = M_w / f'_c b_0 d^2 = 0.23 \rightarrow \rho = 0.275 \rightarrow \beta_w = 0.0138$

$\beta_{max} = 0.75 \beta_b - 0.25 \beta_f = 0.0164 - 0.25 \times 0.012 = 0.0134 < 0.0138$

گاهی قدرت بتن از چیزی خارج می‌کند که نیاز به $\beta = 0.0138$ نیست.

$\beta_w = 0.0138 \qquad A_{sw} = 42.1$ cm^2

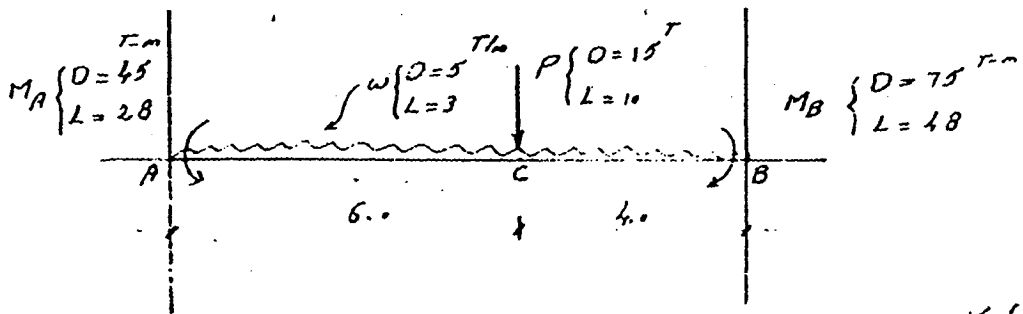
$A_s = A_{sf} + A_{sw} = 35.7 + 42.1 = 77.8$

ABA $= 78.8 + 6.0 = 84.8$ $\qquad A_s \quad A'_s$

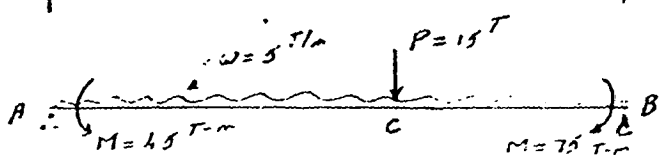
$84.8 / 77.8 = 1.09$

۱- تیر زیر قسمتی از یک تاب است که بارگذاری آن در شرایط عادی نشان داده شده است. این تیر در جریان وقوع زلزله تحت اثر برش اضافی $V_E = \pm 20^T$ قرار می‌گیرد. مقطع تیر به صورت مستطیل با ابعاد 30×60 است. تیر را برای برش طراحی کنید.

$f_{cc} = 200\ kg/cm^2$ $f_y = 4000\ kg/cm^2$



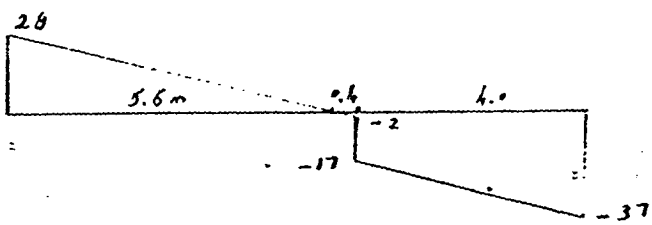
۱-۱- بار مرده



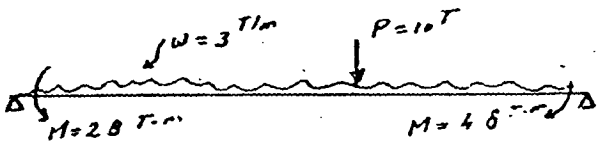
$A = (5 \times 10 \times 5 + 15 \times 4 + 45 - 75)/10 = 28^T$

$B = (5 \times 10 \times 5 + 15 \times 6 + 75 - 45)/10 = 37$

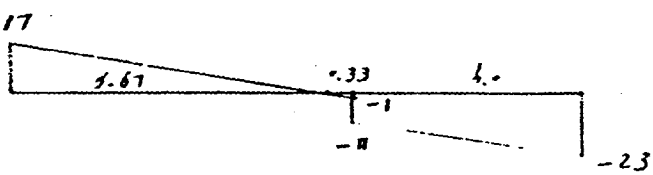
$\rightarrow A + B = 65^T$ T.L. = 65 OK.



۱-۲- بار زنده

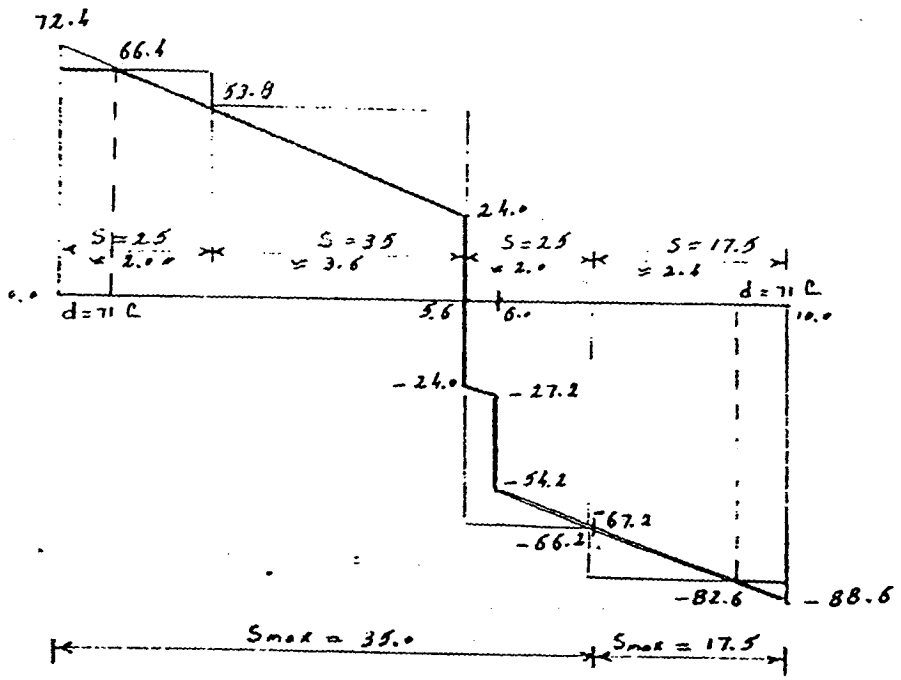


$A = 17^T$ $B = 23^T$ $A + B = 40^T$ T.L. = 40^T



۲-۳- ترکیب بارها در حالت حدی نهائی

$x =$	0.0	5.6 m	6.0	10.0	
$U_1 = 1.25D + 1.5L$	60.5	0	0 -4 -37.8	-80.8	
$U_2 = 0.8(U_1 \pm 1.5E)$	72.4	24 -24 -27.2	-54.2	-88.6	← برش حاکم
$U_3 = 0.85D \pm 1.2E$	47.8	24 -24 -25.7	-38.5	-55.5	
$VU = U_2$	72.4	24 -24 -27.2	-54.2	-88.6	



دیاگرام برش در حالت حدی نهائی و ناحیه خاموت‌ها

www.vepub.com
Publish Your Mind

۱-۴- طراحی تیر

$f_{cd} = .6\, f_{cc} = 0.12\ T/C^2$ $f_{yd} = .85\, f_y = 3.4\ T/C^2$ $\begin{cases} b = 60\ Cm \\ d = 71 \end{cases}$

$v_{cc} = .63\sqrt{f_{cc}} = .63\sqrt{200} = 8.9\ Kg/C^2$

$v_{cd} = .6\, v_{cc} = .6 \times 8.9 = 5.3\ Kg/C^2$

$V_c = v_{cd}\, b\, d = 5.3 \times 60 \times 71 = 22600\ Kg = 22.6\ T$

$3V_c = 67.8\ T$ $5V_c = 113.0\ T$

$V_u = 82.6$ $3V_c < V_u < 5V_c$ ⟶ $S_{max} = \frac{d}{4} = 17.5\ Cm$ و مقطع قابل قبول است

$S_{max} = 17.5\ Cm$ ⟶ $A_{v\,min} = 3.5\, b\, S / f_y = 3.5 \times 60 \times 17.5 / 4000 = .92\ Cm^2$

$T1y$ $2\phi 12$ ⟶ $A_v = 4 \times 1.13 = 4.52\ Cm^2$

$V_u = V_c + \frac{d}{S} A_v f_{yd}$

$82.6 = 22.5 + \frac{71}{S} \times 4.52 \times 3.4$ ⟶ $S = 15.2\ Cm < 17.5$ ⟶ $S = 17.5\ Cm$

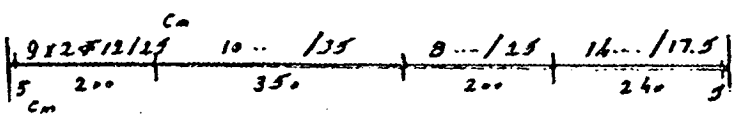
$S = 17.5\ Cm$ $V_r = V_u = 85.0\ T$

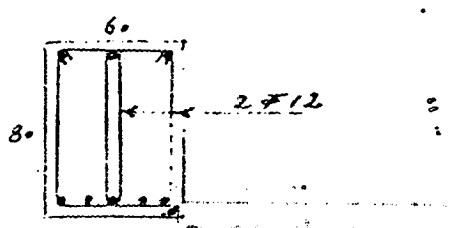
$S = 25.0$ $= 65.2$

$S = 30.0$ $= 59.0$

$S = 35.0$ $= 53.8$

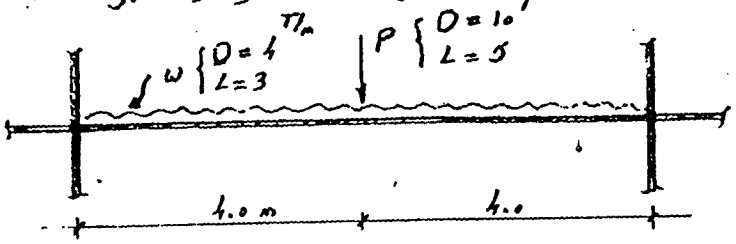
محل تغییر فاصله این خاموت‌ها از تکیه‌گاه در شکل نشان داده می‌شود.

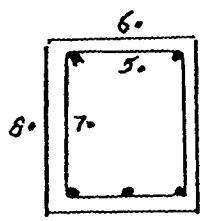




۲- تیر زیر قسمتی از تیرهای یک سازه است که در پوشش سقف بکار برده شده است. این تیر در شرایط بارگذاری عادی علاوه بر بارهای نشان داده شده، زیر اثر لنگر پیچش میخواهد با شدت $t\begin{cases}D=1.5 \\ L=0.5\end{cases}$ $T-m/m$ در سراسر طول خود قرار دارد. لنگرهای خمش منفی دو انتهای تیر مساوی شده. تیر را برای برش و پیچش طراحی کرده و خاموت گذاری کنید. مقطع تیر 60×80 Cm و $d=70$ Cm است.

$f_{cc}=200$ Kg/C^2 ، $f_y=4000$ Kg/C^2





$d=70$ Cm

$\begin{cases}x_1=50 \\ y_1=70\end{cases}$

$U=1.25D+1.5L$

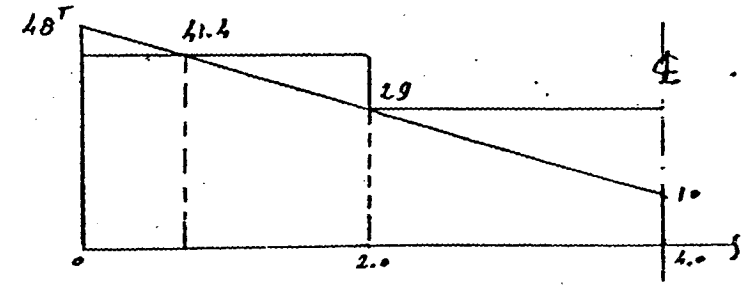
$w_u=1.25\times4+1.5\times3=9.5$ T/m

$P_u=1.25\times10+1.5\times5=20$ T

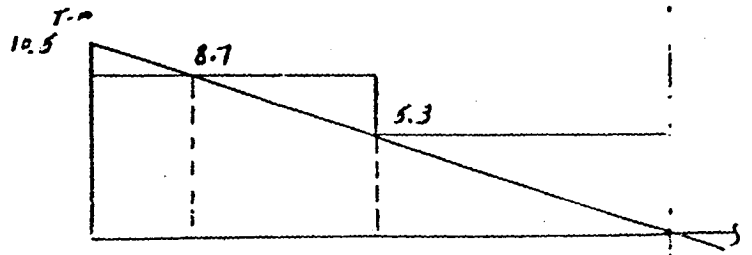
$t_u=1.25\times1.5+1.5\times0.5=2.625$ T-m/m

$R_A=R_B=\frac{1}{2}(9.5\times8+20)=48$ T

$T_A=T_B=\frac{1}{2}\times2.625\times8=10.5$ T-m



دیاگرام برش



دیاگرام پیچش

۱- کنترل پیچش ترک خوردگی

$$T_{cr} = 2\frac{A_c^2}{P_c} v_{cd}$$

$$v_{cd} = \phi_c v_{cc} = 0.6 \times 0.63\sqrt{f_{cc}} = 5.3 \ Kg/Cm^2$$

$$T_{cr} = 2\frac{(60\times80)^2}{2(60+80)} \times 5.3 = 8.7\times10^5 \ Kg-Cm = 8.7 \ T-m$$

$$0.25\, T_{cr} = 2.2 \ T-m$$

$T_{umax} = 8.7 \ T-m$ $T_{umax} > 0.25 T_{cr}$ طراحی برای پیچش لازم است.

۲- کنترل مقطع برای ترکیب برش و پیچش

$$\frac{V_u}{bd} + \frac{T_u P_h}{A_{oh}^2} \leq 0.25 f_{cd} \qquad f_{cd} = 0.6\times200 = 120 \ Kg/Cm^2$$

$$A_{oh} = 50\times70 = 3500 \ Cm^2$$

$$P_h = 2(50+70) = 240 \ Cm$$

$$\frac{41.4\times10^3}{60\times70} + \frac{8.7\times10^5\times240}{3500^2} = 9.86 + 17.04 = 27.90 < 0.25\times120$$

مقطع کافی است و نیاز به تغییر ندارد.

۳- طراحی برای برش و پیچش

۳-۱- میلگرد دورگیر

الف- برش

$V_u = 41.4^T$

$V_u = V_c + V_s$

$V_c = v_{cd}\cdot b\,d = 5.3\times60\times70 = 22260 \ Kg = 22.3^T$

$V_s = V_u - V_c = 41.4 - 22.3 = 19.1^T$

$V_s = A_v f_{yd} d/s$ $f_{yd} = 0.85\times4.0 = 3.4 \ T/Cm^2$

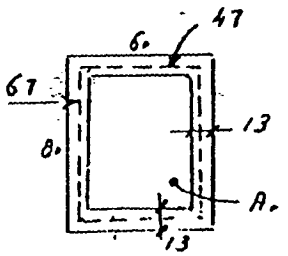
$A_v/s = V_s / f_{yd}\cdot d = 19.1/3.4\times70 = 0.08$

$V_u < 3V_c \rightarrow S_{max} = d/2 = 35 \ Cm$

ب - پیچش

$T_u = 8.7\ T-m$

$t_c = .75 \frac{A_c}{P_c} = .75 \times \frac{60 \times 60}{2(60+80)} = 12.9 \simeq 13\ Cm$



$A_o = 47 \times 67 = 3149 \qquad (A_o/A_{oh} = .9)$

$T_u = 2 A_o A_t f_{yd} / S$

$A_t/S = T_u / 2 A_o f_{yd} = 870 / 2 \times 3149 \times 3.4 = .041$

$S_{max} = P_h/8 = 240/8 = 30\ Cm$

ج - برش و پیچش

$A_v/S = .08$

$A_t/S = .041$

$A_v + 2A_t = .162\ S$

$S = 30\ Cm \qquad A_v + 2A_t = 4.86\ Cm^2$

$S = 20 \qquad " \qquad = 3.24$

$S = 15 \qquad " \qquad = 2.43$

اگر خاموت $\phi 12$ انتخاب شود $2A_3 = 2.26$ است. آنگاه برای S داریم:

$S = 2.26/.162 = 14\ Cm \longrightarrow S = 12.5\ Cm$

بنابراین دربکان اول $\phi 12/12.5\ Cm$ مناسب است.

$(A_v + 2A_t)_{min} = 3.5\ bS/f_y = 3.5 \times 60 \times 12.5/4000 = .66 < 2.26$ ✓

کنترل طول

$A_\ell = A_t \frac{P_h}{S} = \frac{A_t}{S} P_h$

$A_\ell = .041 \times 240 = 9.8 \simeq 10\ Cm^2$

۳-۲- مثال دوم

الف- برش

$V_U = 29.0^T$

$V_S = 29.0 - 22.3 = 6.7^T$

$A_v/S = 6.7 / 3.4 \times 70 = 0.028$

ب- پیچش

$T_U = 5.3\ T\text{-m}$

$A_t/S = 530 / 2 \times 3149 \times 3.4 = 0.025$

ج- برش و پیچش

$A_v/S = 0.28$

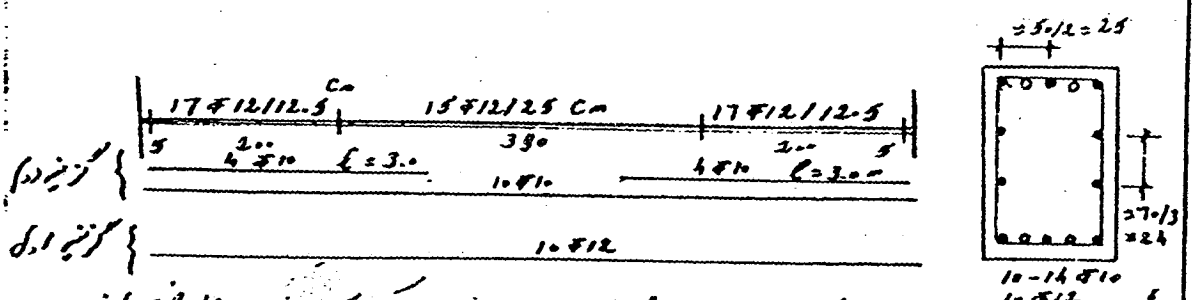
$A_t/S = 0.025$

$A_v + 2A_t = 0.078\ S$

$A_v + 2A_t = 2.26 \longrightarrow S = 2.26/0.078 = 29\ Cm \longrightarrow S = 25\ Cm$

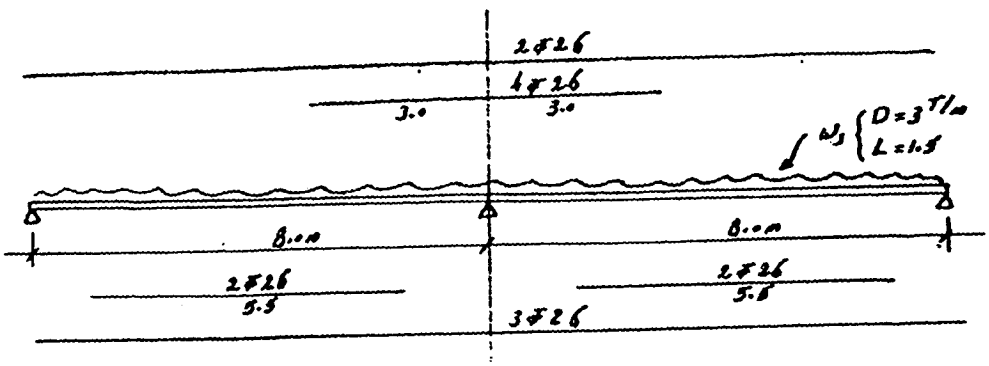
آرماتور طولی

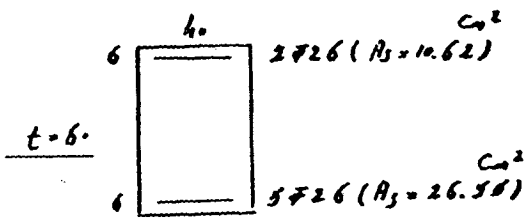
$A_\ell = \frac{A_t}{S} P_h = 0.025 \times 240 = 6.0\ Cm^2$



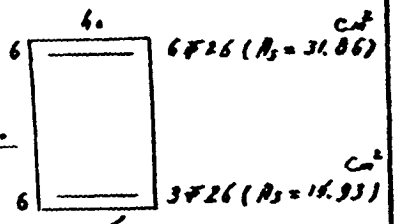
برای آرماتور طولی حداقل ۱۰ میلگرد لازم است تا $S \leq 30^{Cm}$ باشد (شکل قرار گیری آرماتورهای طولی را نادیده بگیریم). در میلگرد دوم گزینه ۱۰ Φ۱۰ یکبار در بر ($10 \Phi 10 = 7.9^{Cm^2}$) و در میلگرد اول ۱۴ Φ۱۰ ($14 \Phi 10 = 11.0^{Cm^2}$) در میلگرد اول با میلگرد سایش تشکیل اضافی می‌شوند. کمیت خواسته ۱۰ Φ۱۲ یکبار در بر.

تیر دو دهانه زیر در شرایط عادی زیر اثر بار گسترده $\begin{cases} D = 3\ T/m \\ L = 1.5 \end{cases}$ قرار دارد. آرماتورگذاری در طول تیر مطابق شکل زیر است. افتادگی آنی و درازمدت تیر را محاسبه کرده و با مقادیر مجاز مربوطه کنترل نمائید. میزان ترک خوردگی در تیر را محاسبه و کنترل نمائید.





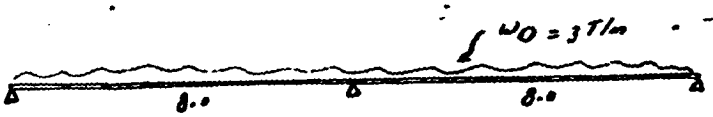
مقطع در وسط دهانه



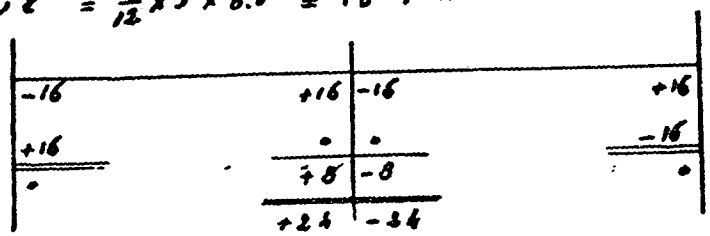
مقطع روی تکیه‌گاه

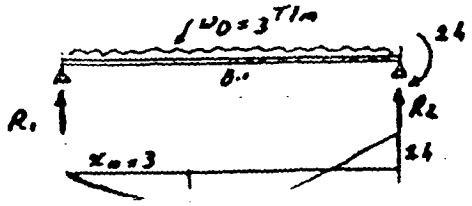
۱- تعیین لنگرهای خمشی ماکزیمم

الف - بار گرده



$$M_F = \frac{1}{12} w \ell^2 = \frac{1}{12} \times 3 \times 6.0^2 = 16\ T\text{-m}$$



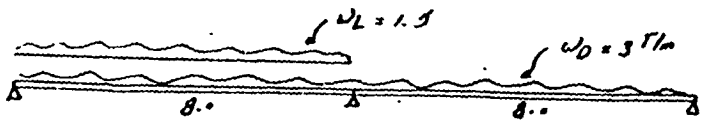


$R_1 = 9.0^T$ $R_2 = 15.0^T$ $\Sigma R = 24.0^T$

$x_0 = R_1 / w_D = 3.0\ m$

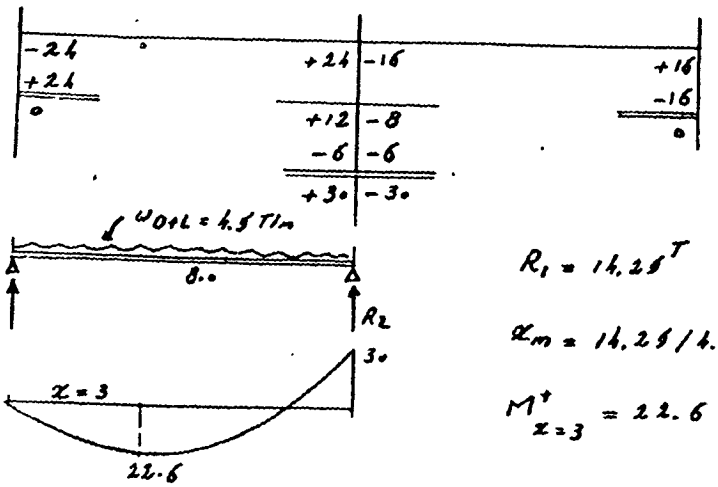
$M^+ = 13.5\ T\text{-m}$

ب - بارهای وزنده



$M_{F_1} = \frac{1}{12} \times 4.5 \times 8.0^2 = 24$ T-m

$M_{F_2} = \frac{1}{12} \times 3 \times 8.0^2 = 16$ T-m



$R_1 = 14.25^T$ $R_2 = 21.75$ $\Sigma R = 36.^T$

$x_m = 14.25 / 4.5 = 3.17$ m ≈ 3.0 m

$M^+_{x=3} = 22.6$ T-m

۲- تعیین I_g و I_{cr} و M_{cr}

الف - در وسط دهانه

$I_g = \frac{1}{12} b t^3 = \frac{1}{12} \times 40 \times 6.^3 = 7.2 \times 10^5$ Cm⁴

$f_r = 2\sqrt{f_{cc}} = 2\sqrt{200} = 28.3$ Kg/C2

$M_{cr} = f_r \cdot I_g / y_t = 28.3 \times 7.2 \times 10^5 / 30 = 6.8 \times 10^5$ Kg-Cm = 6.8 T-m

$\frac{1}{2} \times 40 C^2 + 9 \times 10.62 (C-6) - 10 \times 26.55 (54 - C) = 0$

$20 C^2 + 361.1 C - 1491 0.5 = 0$ $C = 19.73$ Cm

$I_{cr} = \frac{1}{3} \times 40 \times 19.73^3 + 9 \times 10.62 (19.73 - 6)^2 + 10 \times 26.55 (54 - 19.73)^2 = 4.3 \times 10^5$ Cm⁴

ب - بالای تیر گاه

$I_g = 7.2 \times 10^5$ Cm⁴ $M_{cr} = 6.8$ T-m

$\frac{1}{2} \times 40 C^2 + 9 \times 15.93 (C-6) - 10 \times 31.86 (54 - C) = 0$

$20 C^2 + 462.0 C - 18064.6 = 0$ $C = 20.65$ Cm

$I_{cr} = \frac{1}{3} \times 40 \times 20.65^3 + 9 \times 15.93 (20.65 - 6)^2 + 10 \times 31.86 (54 - 20.65)^2 = 5.1 \times 10^5$ Cm⁴

۳- تعیین I_e

الف - بارمرده

$$I_e = I_{cr} + (I_g - I_{cr})(M_{cr}/M_{max})^3$$

$I_{em} = 4.3 + (7.2-4.3)(6.8/13.5)^3 = 4.7$ — $I_{em} = 4.7 \times 10^{-5}$ Cm⁴

$I_{eR} = 5.1 + (7.2-5.1)(6.8/24)^3 = 5.1$ — $I_{eR} = 5.1 \times 10^{-5}$ "

$I_e = \frac{1}{3}(2 I_{em} + I_{eR}) = 4.8$ — $I_e = 4.8 \times 10^{-5}$ "

ب - بارمرده وزنده

$I_{em} = 4.3 + (7.2-4.3)(6.8/22.6)^3 = 4.4$ — $I_{em} = 4.4 \times 10^{-5}$ Cm⁴

$I_{eR} = 5.1 + (7.2-5.1)(6.8/30.0)^3 = 5.1$ — $I_{eR} = 5.1 \times 10^{-5}$ "

$I_e = \frac{1}{3}(2 \times 4.4 + 5.1) = 4.6$ — $I_e = 4.6 \times 10^{-5}$ "

۴- تعیین افتادگی

الف - افتادگی آنی

$$\Delta = \frac{5}{384}\frac{\omega \ell^4}{EI} - \frac{1}{16}\frac{M\ell^2}{EI}$$

$\Delta_{DI} = [5 \times 3 \times 8 \times 800^3/384 - 2400 \times 800^2/16]/210 \times 4.6 \times 10^{-5} = 0.63$ Cm

$\Delta_{(D+L)I} = [5 \times 4.5 \times 8 \times 800^3/384 - 3000 \times 800^2/16]/210 \times 4.6 \times 10^{-5} = 1.24$

$\Delta_{LI} = 1.24 - 0.63 = 0.61$ Cm

ب - افتادگی دراز مدت

$$\Delta\ell = (1+\lambda)\Delta_{DI} + \Delta_{LI}$$

$$\lambda = \frac{\xi}{1+50\rho'} = \frac{2.0}{1+50\rho'}$$

$\rho'_m = 0.005 \rightarrow \lambda_m = 1.6$ — $\rho'_R = 0.0075 \rightarrow \lambda_R = 1.46$

$\lambda = \frac{1}{3}(2 \times 1.6 + 1.46) = 1.55$

$\Delta\ell = (1+1.55) \times 0.63 + 0.61 = 2.22$ Cm

۵- کنترل افتادگی - ضوابط کنترل

$\Delta_{LI} = 0.61$ Cm — $\Delta_{LI}/\ell = 0.61/800 = 1/1310 < 1/360$ O.K.

$\Delta_{LI} + \lambda \cdot \Delta_{DI} = 0.61 + 1.55 \times 0.63 = 1.59$ Cm $\rightarrow \Delta/\ell = 1.59/800 = 1/519 < 1/240$ O.K.

۶- کنترل ترک خوردگی

الف- محاسبه عرض ترک

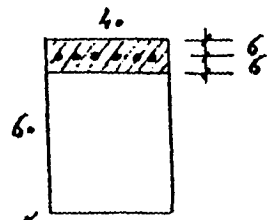
$$w = 13\times10^{-4}\, f_s \sqrt[3]{d_c \cdot A}$$

برای محاسبه $f_{s\,max}$ باید لنگر خمشی بزرگی تیرها را در حالتی که همزمان با بار زنده بارگذاری شده باشند محاسبه کرد:

$$M^- = (4.613)\times 24 = 36\ T\text{-}m$$

$$f_s = n \cdot M \cdot (d-c)/I_{cr}$$

$$f_s = 10\times 36\times10^{5}\,(54-20.65)/5.1\times10^{5} = 2386\ Kg/Cm^2 = 2.386\ T/Cm^2$$



بتن مؤثر برای پوستگی

$$A = (40\times12 - 31.86)/6 = 74.7\ Cm^2$$

$$d_c = 6.0\ Cm$$

$$w = 13\times10^{-4}\times 2.386\times\sqrt[3]{6.0\times74.7} = 0.024\ Cm$$

ب- کنترل عرض ترک

$$w_{max} = 0.035\ Cm$$

$w < w_{max}$ ok

عرض ترک تا این قسمت قبول است.

چنانچه فرض کنیم بجای ۶ عدد میلگرد، ۱۰ عدد میلگرد با سطح مقطع مساوی $A_s = 31.86\ Cm^2$ بکار برده شود، عرض ترک برابر با:

$$A = (40\times12 - 31.86)/10 = 448.1\ Cm^2$$

$$w = 13\times10^{-4}\times 2.386\times\sqrt[3]{6\times448.1} = 0.043\ Cm$$

$w > w_{max}$ N.G.

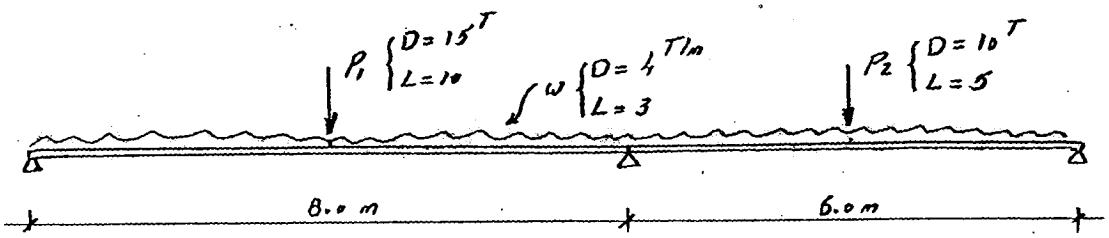
عرض ترک تا این قسمت قبول نیست.

0912 36 79727
0912 508 5088

درس سازه‌های بتن آرمه — آرماتورگذاری در تیرها - پیوستگی — برگ شماره (8) / (17) صفحه

تیر دو دهانه زیر تحت اثر بارهای سرویس در نظر است. مقطع تیر را تعیین کرده، آرماتور برای خمش طراحی کنید.

نحوه آرماتورگذاری تیر را محاسبه کرده و رسم نمائید. $f_{cc} = 200\ Kg/C^2$ $f_y = 4000\ Kg/C^2$



۱- رسم دیاگرام لنگر خمشی در حد نهائی

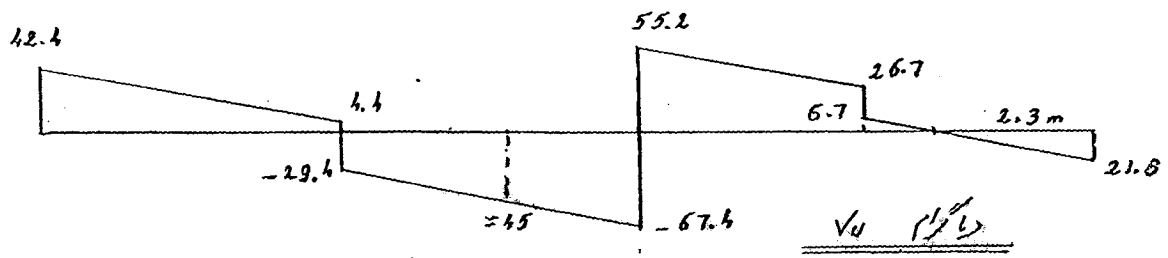
$U = 1.25D + 1.5L$

$w_U = 1.25 \times 4 + 1.5 \times 3 = 9.5\ T/m$

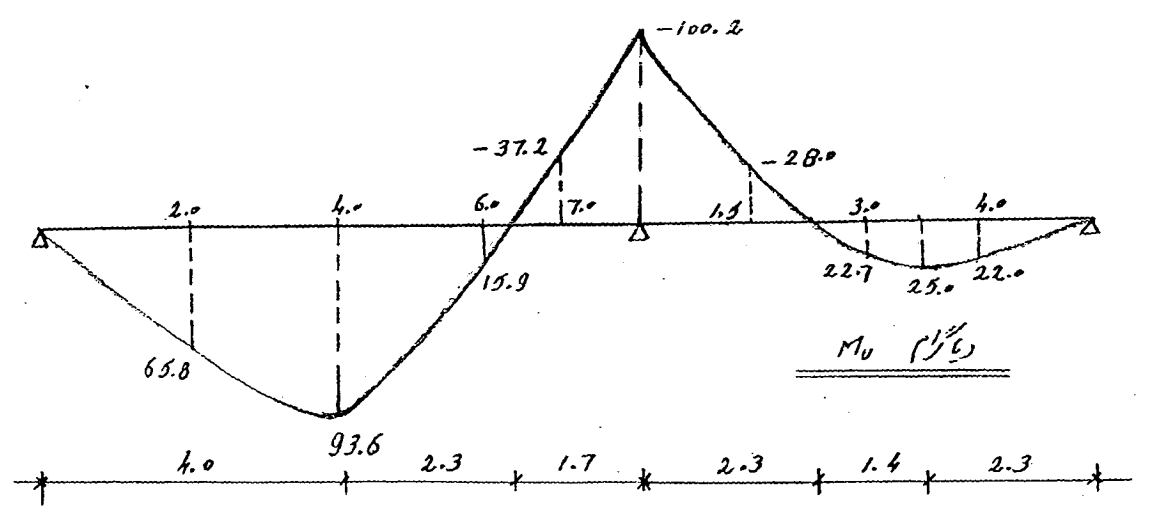
$P_{1U} = 1.25 \times 15 + 1.5 \times 10 = 33.75\ T$

$P_{2U} = 1.25 \times 10 + 1.5 \times 5 = 20.0\ T$

دیاگرام‌های نیروی برشی و لنگر خمشی در حد نهائی، بدون در نظر گرفتن تغییرات بار زنده روی دهانه‌ها بصورت زیر می‌باشند:



دیاگرام V_U



دیاگرام M_U

۲- انتخاب مقطع تیر و تعیین آرماتور آن

$f_{cc} = 200 \rightarrow f_{cd} = 120\ Kg/Cm^2$

$f_y = 4000 \rightarrow f_{yd} = 3400$ "

مقطع برای لنگر خمشی حداکثر $M_u = 100.2^{T-m}$ انتخاب می‌شود:

$M_u = R_b f_{cd} \cdot b d^2$ $\qquad R_b = 0.327$

$b d^2 = 100.20 / 0.327 \times 0.12 = 255352\ Cm^3$

$b = 60\ Cm \rightarrow d = 65.2 \rightarrow d = 70,\ t = 80$

مقطع 60×80 انتخاب می‌شود، $d = 70\ Cm$.

$M_u = 100.2^{T-m}$

$R = 100.20 / 0.12 \times 60 \times 70^2 = 0.284 \rightarrow \varphi = 0.361,\ \rho = 0.0128,\ A_s = 53.8\ Cm^2$

$A_s = 12 \phi 24 = 54.0\ Cm^2$

ch. $a = 3.0\ Cm$ $\qquad M_r = 101.0\ T-m$

M_u^+

(a) $\ell = 8.0\ m$

$M_u = 93.6^{T-m}$ $\qquad R = 0.266 \rightarrow \varphi = 0.331,\ \rho = 0.012,\ A_s = 50.4\ Cm^2$

$A_s = 12 \phi 24 = 54.0\ Cm^2$ $\qquad M_r = 101.0\ T-m$

(b) $\ell = 6.0\ m$

$M_u = 25.0\ T-m$ $\qquad R = 0.071 \rightarrow \varphi = 0.075,\ \rho = 0.0027 < \rho_{min} = 0.0035$

$\rho_{min} = 14/f_y = 0.0035$ $\qquad \rho = \rho_{min}$ $\qquad A_s = 14.7$

$A_s = 4 \phi 24 = 18.0\ Cm^2$

ch. $a = 10\ Cm^2$ $\qquad M_r = 39.8\ T-m$

۳- طول گیرائی در کشش

$$l_d = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot l_{db}$$

$$l_{db} = d_b f_y / 4 f_b$$

$$f_b = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot f_{bd}$$

$$f_{bd} = 2.1 \sqrt{f_{cc}} = 2.1 \sqrt{200} = 29.7 \text{ Kg/Cm}^2$$

$\lambda_1 = 0.8$ $d_b = 24\text{ mm} > 20$ $S_b > 3d_b$

$\lambda_2 = 0.8$ | $S_b > d_b$ فاصله میلگردها از یکدیگر | $d_c > d_b$ پوشش بتن میلگردها

$f_b = 0.8 \times 0.8 \times 29.7 = 20.2 \text{ Kg/Cm}^2$

$l_{db} = 2.4 \times 4000 / 4 \times 20.2 = 119 \rightarrow 120 \text{ Cm}$

$K_1 = \begin{cases} 1.0 & \text{میلگردهای زیر} \\ 1.3 & \text{" "} \end{cases}$

$K_2 = K_3 = 1.0$

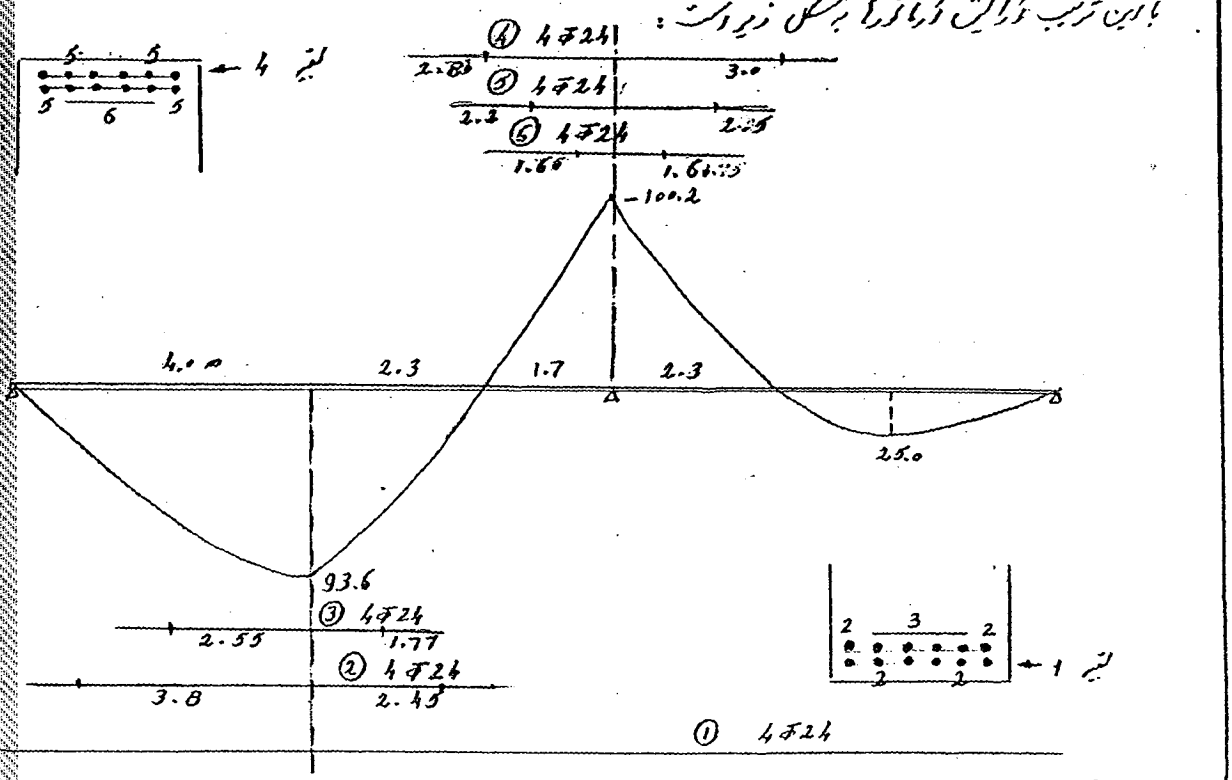
$l_d = \begin{cases} 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 120 = 120 \text{ Cm} & \text{میلگردهای زیر} \\ 1.3 \times 1.0 \times 1.0 \times 120 = 156 \rightarrow 160 \text{ Cm} & \text{" "} \end{cases}$

۴- کاربا تورگذاری

۴-۱- کاربا تورهای مثبت باید باندازه 1/3 یا 1/4 تاری تیرگاه ساده یا پیوسته ادامه یابند. در اینجا باتوجه باینکه در فاصله $l_c = 6.00$ m ۴ Φ 24 نیازمند بیشتر است ۴ Φ 24 سراسر تیر ادامه پیدا کند و 8 میلگرد باقیمانده در دو دسته جداگانه قطع شوند

۴-۲- کاربا تورهای منفی باید باندازه 1/3 از محل نقطه عطف دیاگرام لنگرخمشی فراتر روند. بنابراین ۴ میلگرد از این محل فراتر برده میشود و 8 میلگرد باقیمانده در دو دسته جداگانه قطع میشوند

با این ترتیب کاربرد گذاری را به شکل زیر است :



فاصله میلگردها در حالت عادی از یکدیگر :

در جهت افقی : $S_b = (60 - 2\times 5.0 - 6\times 2.4)/5 = 6.72\ cm > d_b$

در جهت قائم : $6 - 2.4 = 3.6\ cm > d_b$

۴-۳- قطع میلگردها

۴-۳-۱- میلگردهای مثبت

الف - قطع شده ③ : در این گروه $S_b > d_b$ است بنابراین $\ell_d = 120\ cm$ است .

$A_s = 8\ \text{⌀}24 = 36\ cm^2$

$a = A_s f_{yd} / .85 f_{cd} b = 36\times 3.4 / .85\times .12\times 60 = 20\ cm$

$M_r = A_s f_{yd} (d - a/2) = 36\times 3.4 (70 - 20/2) = 73.5\ T\text{-}m$

$x_L = \sqrt{1 - M_r/M_0}\ \ell = \sqrt{1 - 73.5/93.6}\times 4.0 = 1.85^m \quad \bar{x}_L = x_L + d = 2.55^m > \ell_d$ ✓

$x_R = \sqrt{1 - 73.5/93.6}\times 2.3 = 1.07 \quad \bar{x}_R = x + d = 1.77 > \ell_d$ ✓

توجه شود در اینجا نیز مقدار $d > 12 d_b$ است .

ب ـ قطع گرده ② : در این گرده فاصله نزدیک‌ترین میلگرد از یکدیگر $S_b = \sqrt{6.72^2 + 3.6^2} = 7.6^{Cm}$ است
$S_b > d_b$ است و C_m بنابراین l_d است.

$A_S = 4 \mp 24 = 18\ Cm^2$

$d = 10\ Cm$ $\quad M_r = 39.8\ T\text{-}m$

$x_L = \sqrt{1 - 39.8/93.6} \times 4.0 = 3.1$ $\quad \bar{x}_L = x_L + d = 3.8\ m$

فاصله محل قطع از محل آخر میلگردهای گرده ③ مورد نیاز نبود:

$\bar{x}_L - x_{L③} = 3.8 - 1.85 = 1.95 > l_d = 1.2$ ✓ $\rightarrow \bar{x}_L = 3.8\ m$

$x_R = \sqrt{1 - 39.8/93.6} \times 2.3 = 1.75$ $\quad \bar{x}_R = x_R + d = 2.45\ m$

$\bar{x}_R - x_{R③} = 2.45 - 1.07 = 1.38 > l_d = 1.2$ ✓ $\rightarrow \bar{x}_R = 2.45\ m$

۴ـ۲ـ۲ـ میلگردهای منفی

الف ـ قطع گرده ⑥ : در این گرده $S_b > d_b$ است و گره‌های دو بسته $l_d = 16.0\ Cm$ است

$A_S = 8 \mp 24 = 36\ Cm^2$ $\quad A_S' = 0$ $\quad M_r = 73.5\ T\text{-}m$

$x_L = (1 - M_r/M_o)\, l = (1 - 73.5/100.2) \times 1.7 = 0.45$ $\quad \bar{x}_L = x_L + d = 1.15 < l_d$

$\bar{x}_L = l_d = 1.60\ m$

$x_R = (1 - 73.5/100.2) \times 2.3 = 0.62$ $\quad \bar{x}_R = 1.32 < l_d$ $\quad \bar{x}_R = l_d = 1.60\ m$

ب ـ قطع گرده ⑤ : در این گرده $S_b > d_b$ است و چون $16 = l_d$ گره‌ها بسته‌اند.

$A_S = 4 \mp 24$ $\quad A_S' = 0$ $\quad M_r = 39.8\ T\text{-}m$

$x_L = (1 - 39.8/100.2) \times 1.7 = 1.03$ $\quad \bar{x}_L = 1.73$

$\bar{x}_L - x_{L⑥} = 1.73 - 0.45 = 1.28 < l_d = 1.6$ $\rightarrow \bar{x}_L = 0.45 + 1.60 = 2.05$

بنابراین فاصله قطع این گرده می‌تواند $\bar{x}_L = 2.05$ باشد.

$\bar{x}_L = 2.05 \rightarrow 2.2\ m$

$x_R = (1 - 39.8/100.2) \times 2.3 = 1.36$ $\quad \bar{x}_R = 2.08$

$\bar{x}_R = 2.08 - .62 = 1.46 < l_d = 1.6$ $\rightarrow \bar{x}_R = 1.60 + .62 = 2.22$

$\bar{x}_R = 2.22 \rightarrow 2.5\ m$

ج - قطع گروه ④ : در این گروه با فاصله قبل از وجه $l_d = 1.6$ داریم

$x_L = 1.7$ $l/16 = 8.00/16 = 50 < d = 70$ $\bar{x}_L = x_L + d = 2.4$ m

$\bar{x}_L - x_{L(6)} = 2.4 - 1.03 = 1.37 < l_d = 1.60$ $\bar{x}_L = 1.60 + 1.03 = 2.63$

$\bar{x}_L = 2.63 \rightarrow 2.8$ m

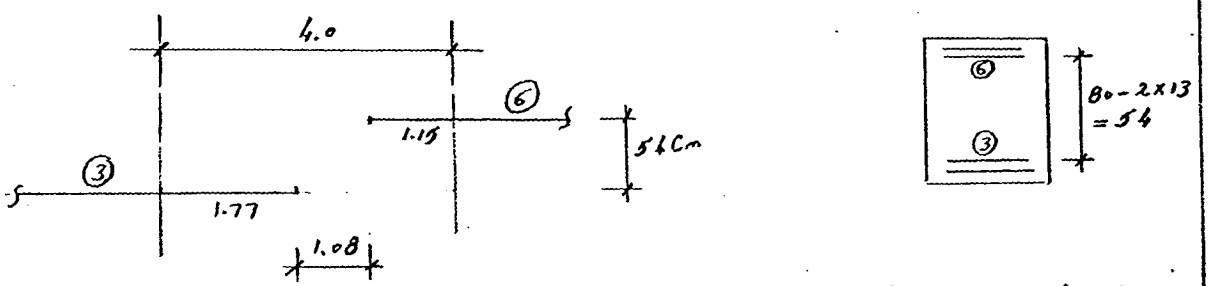
$x_{RL} = 2.3$ $\bar{x}_R = x_R + d = 3.0$ m

$\bar{x}_R - x_{R(5)} = 3.00 - 1.38 = 1.62 > l_d = 1.60$

$\bar{x}_R = 3.0$ m

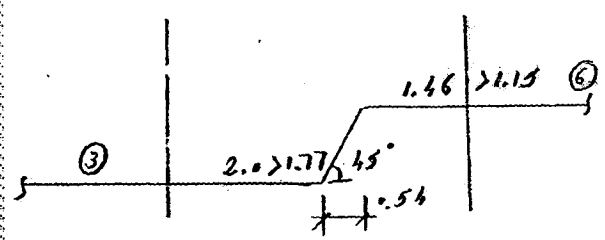
3.0

۴-۴-۳- امکان انتقال دو گروه ③ و ⑥ - خم کردن میلگردها



اگر میلگردهای ③ تحت زاویه 45° خم شوند به اندازه 0.54 نیاز دارند تا به بالا برسند 1.08 > 0.54

و می‌توان این دو را به هم متصل نمود.



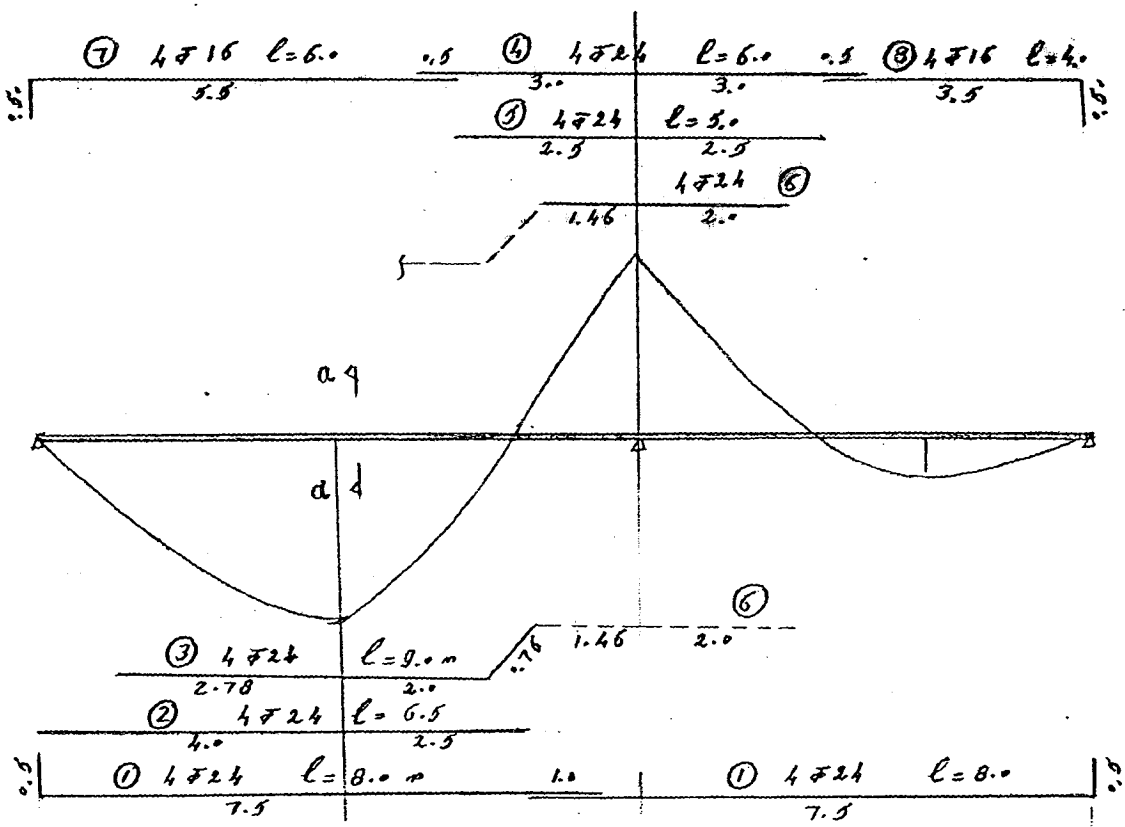
۴-۴-۴- کنترل پوشش‌گی در نزدیک تکیه‌گاه برای میلگردهای منفی

$A_s = 4 \phi 24$ $M_r = 39.8$ T-m $V_u = 42.4$

$\frac{M_r}{V_u} = \frac{39.8}{42.4} = .94 < l_d = 1.20$ m

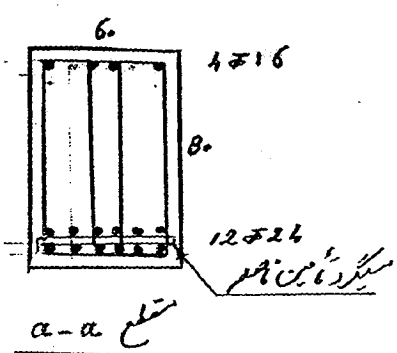
در لبه تکیه‌گاه $l_d > 1.3 \frac{M_r}{V_u} = 1.22$ و در محل $M = 0$ دیاگرام $V_u = 45^T$ است و رابطه $l_d < d + \frac{M_r}{V_u}$ برقرار است.

۴ - ۴ - شکل نهائی کار با تیر گذاری



در ناحیه‌ی تحمل گشتاور ۴⌀24 در جائی است که احتیاج حال وجود ندارد. طول پوشش $l_d = 12d_b$ باید باشد $l_d = 1.0^m$ انتخاب شده است.

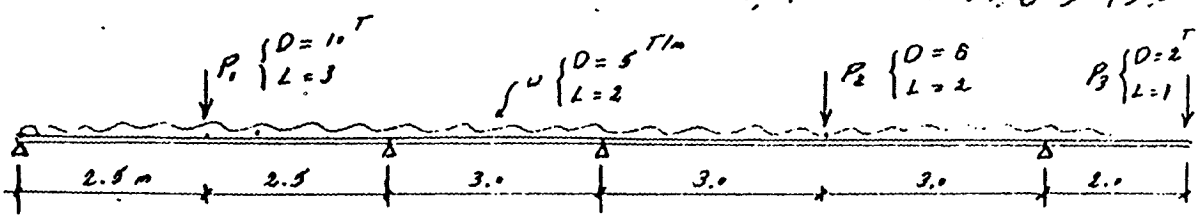
در بالا نمی توان آرماتور در سراسر طول تیر نداشت. برای گرفتن خاموت ها آرماتور لازم است. از ۴⌀16 برای این منظور استفاده شده است.



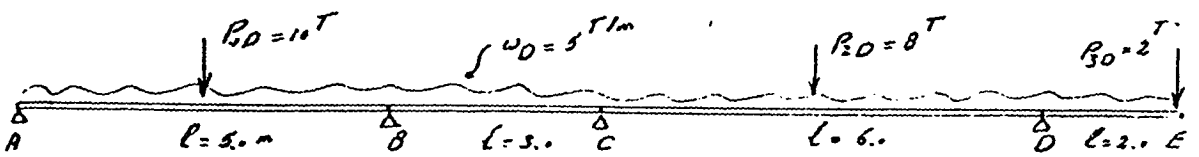
مقطع a-a

www.vepub.com
Publish Your Mind

تیر مداوم زیر تحت اثر بارهای مرده و زنده است. با در نظر گرفتن تغییرات بار زنده در دهانه‌های مختلف، دیاگرام تنش برش تیر را در حدود نهایی رسم کنید.



۱- دیاگرام تنش برشی زیر بار مرده D



لنگرهای گیردایی

$F_{AB} = -\frac{1}{12}\times 5\times 5^2 - \frac{1}{8}\times 10\times 5 = -16.7$ T-m $F_{BA} = +16.7$

$F_{BC} = -\frac{1}{12}\times 5\times 3^2 = -3.8$ T-m $F_{CB} = 3.8$

$F_{CD} = -\frac{1}{12}\times 5\times 6^2 - \frac{1}{8}\times 8\times 6 = -21.0$ $F_{DC} = 21.0$

$F_{DE} = -\frac{1}{2}\times 5\times 2^2 - 2\times 2 = -14.0$

ضرایب بخش توان

$D_{BA} = 3/(5+3) = .38$ $D_{BC} = .62$

$D_{CB} = 6/(3+6) = .67$ $D_{CD} = .33$

لنگرهای انتهایی پس از بخش با روش کراس

1.0		.38	.62	.67	.33		1.0	
-16.7		+16.7	-3.8	+3.8	-21.0		+21.0	-14.0
0.0		14.8	-14.8	15.9	-15.9		14.0	-14.0
R=14.5 T		20.5	7.1	7.9	18.3		18.7	12

$\Sigma R = 35.0$ T $\Sigma R = 15$ T $\Sigma R = 36$ T $\Sigma R = 12$ T

عملیات بخش لنگر

$M_{1.25} = 14.2$ T-m $M_{1.5} = -9.8$ $M_{1.5} = 7.4$

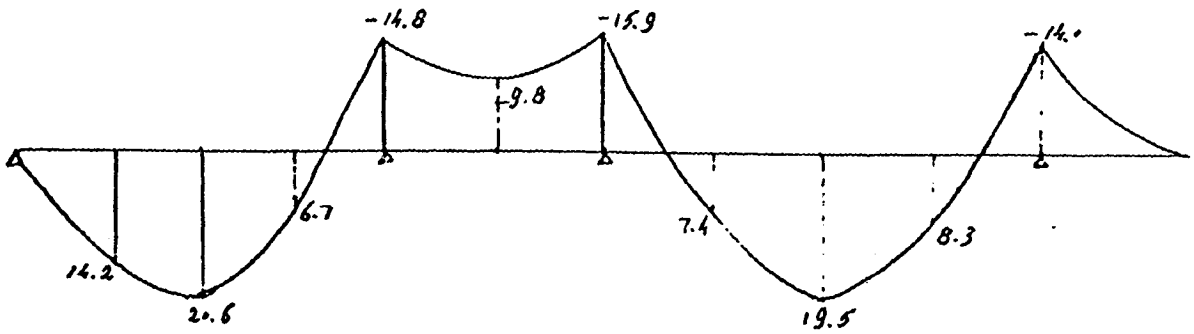
$M_{2.5} = 20.6$ $M_3 = 19.5$

$M_{3.75} = 6.7$ $M_{4.5} = 9.3$

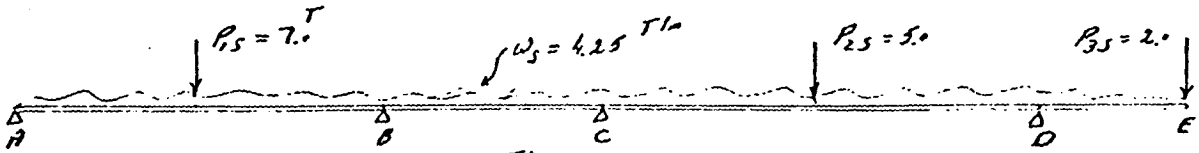
درس سازه‌های بتن آرمه — تعیین ارزای ماکزیمم در تیر و تاب ۱ — برگ شماره (۹)

اسفند (۲۱۵)

دیاگرام گشتاور تیر زیر بار زنده



۱- دیاگرام گشتاور تیر زیر بار S = ۰.۲۵ D + ۱.۵ L



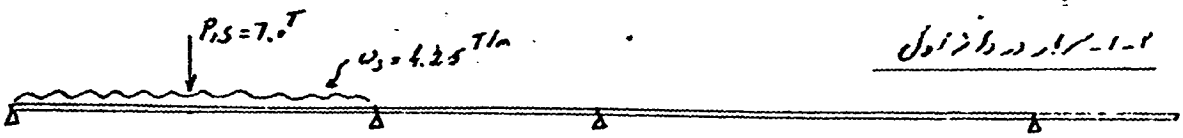
$\omega_S = 0.25 \times 5 + 1.5 \times 2 = 4.25\ T/m$

$P_{1S} = 0.25 \times 10 + 1.5 \times 3 = 7.0^T$

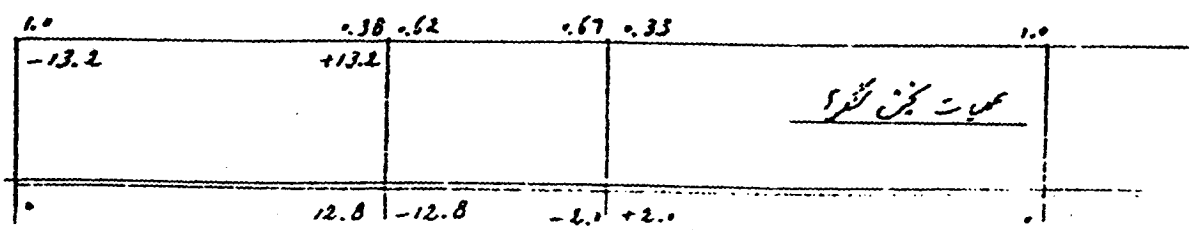
$P_{2S} = 0.25 \times 8 + 1.5 \times 2 = 5.0$

$P_{3S} = 0.25 \times 2 + 1.5 \times 1.0 = 2.0$

۱-۱- بار در دهانه اول



$F_{AB} = -\frac{1}{12} \times 4.25 \times 5^2 - \frac{1}{8} \times 7.0 \times 5 = -13.2\ T\text{-}m$ $\quad F_{BA} = 13.2$



R = 11.5 16.7

$\Sigma R = 28.2$ ✓

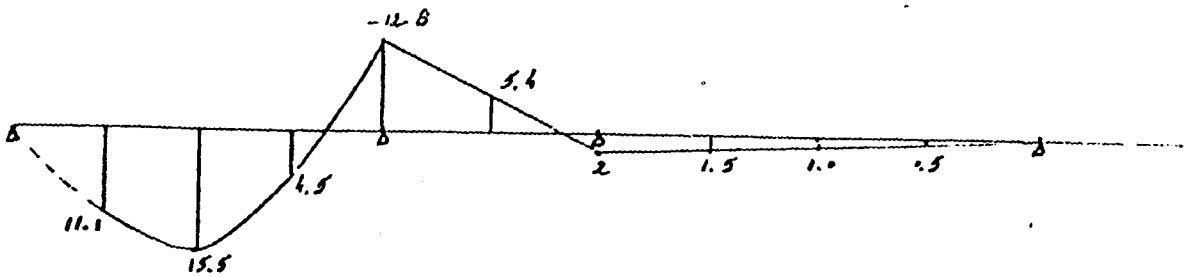
$M_{1.25} = 11.1$

$M_{2.4} = 15.5$

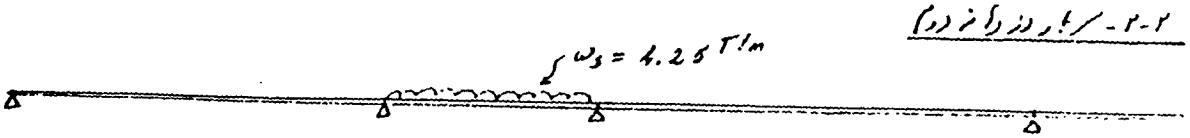
درس سازه‌های بتن آرمه — تعیین ارتفاع مؤثر در تیرها و تاوه‌ها — برگ شماره (۹)

صفحه (3/5)

دیاگرام لنگر خمشی زیر اثر بار مرده دهانه اول

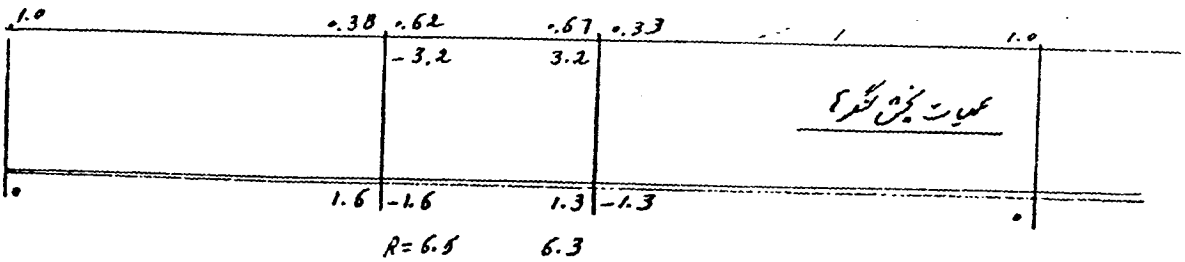


۲-۲- بار زنده دهانه دوم



$F_{BC} = -\frac{1}{12} \times 4.25 \times 3^2 = -3.2$ T-m

$F_{CB} = 3.2$

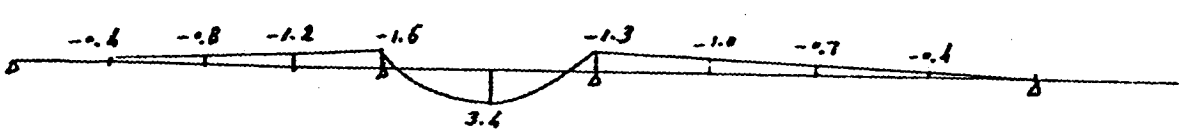


عملیات بخش لنگر

$\Sigma R = 12.8$

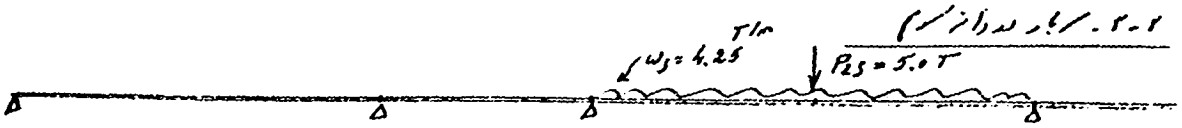
$M_{1.5} = 3.4$

دیاگرام لنگر خمشی زیر اثر بار زنده دوم

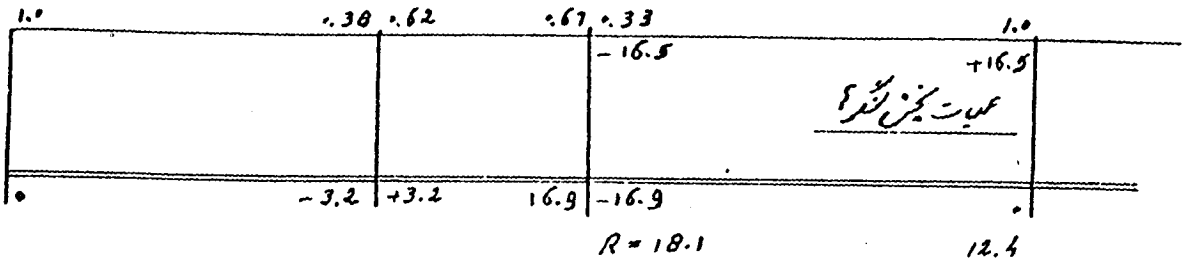


دیس سازه‌های بتن آرمه — تعیین ارزای ماکزیمم در تیرها و قاب‌ها — برگ شماره (9) صفحه (415)

۱- ۲- ۳ بار مرده و زنده گسترده



$F_{CD} = -\frac{1}{12} \times 4.25 \times 6^2 - \frac{1}{8} \times 5.0 \times 6 = -16.5$ T·m $F_{DC} = 16.5$



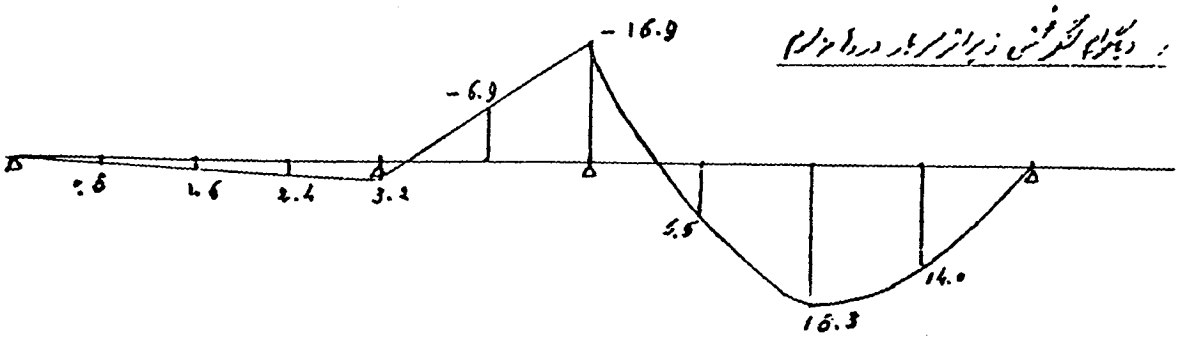
$\Sigma R = 30.5$ ✓

$M_{1.5} = 5.5$

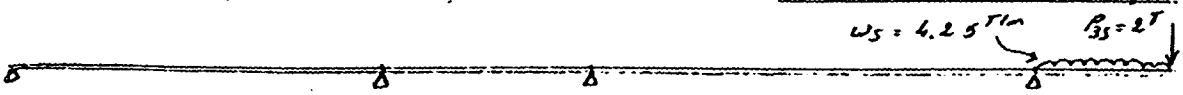
$M_{3.0} = 18.3$

$M_{4.5} = 14.0$

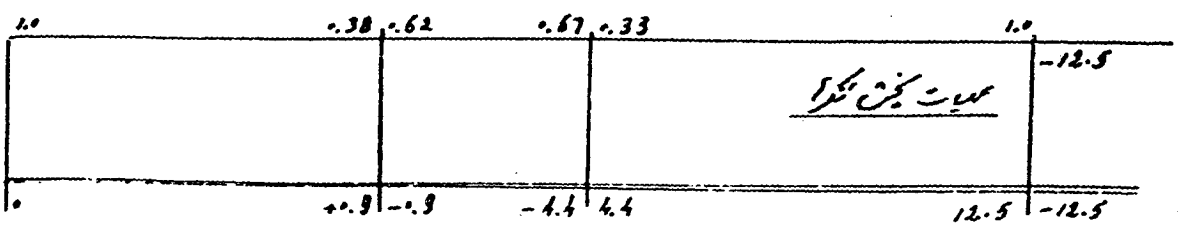
دیاگرام لنگر خمشی ناشی از بار مرده و زنده

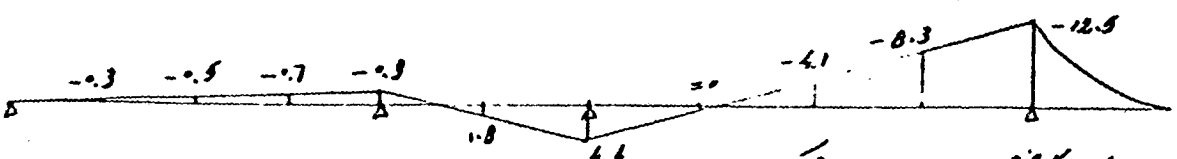


۱- ۲- ۳ بار زنده ناشی از بهره‌برداری



$F_{DE} = M_{cant.} = -\frac{1}{2} \times 4.25 \times 2^2 - 2 \times 2 = -12.5$





دیاگرام لنگر خمشی ناشی از بار زنده ناشی از بهره‌برداری

درس سازه‌های بتن آرمه — تعیین ارزای آرماتور در تیرها و تاب‌ها — برگ شماره (9)

صفحه (5/5)

۳- دیاگرام لنگر خمشی حداکثر و حداقل ناشی از بار زنده

$M_{AB} = \begin{cases} 15.5 + 1.6 = 17.1 \\ -0.9 - 0.5 = -1.3 \end{cases}$ T-m

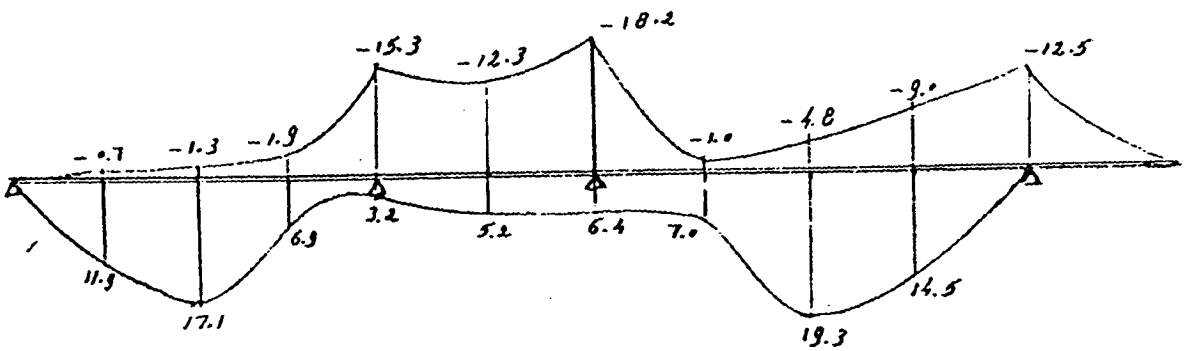
$M_{BC} = \begin{cases} 3.4 + 1.8 = 5.2 \\ -5.4 - 6.9 = -12.3 \end{cases}$

$M_{CD} = \begin{cases} 18.3 + 1.0 = 19.3 \\ -0.7 - 4.1 = -4.8 \end{cases}$

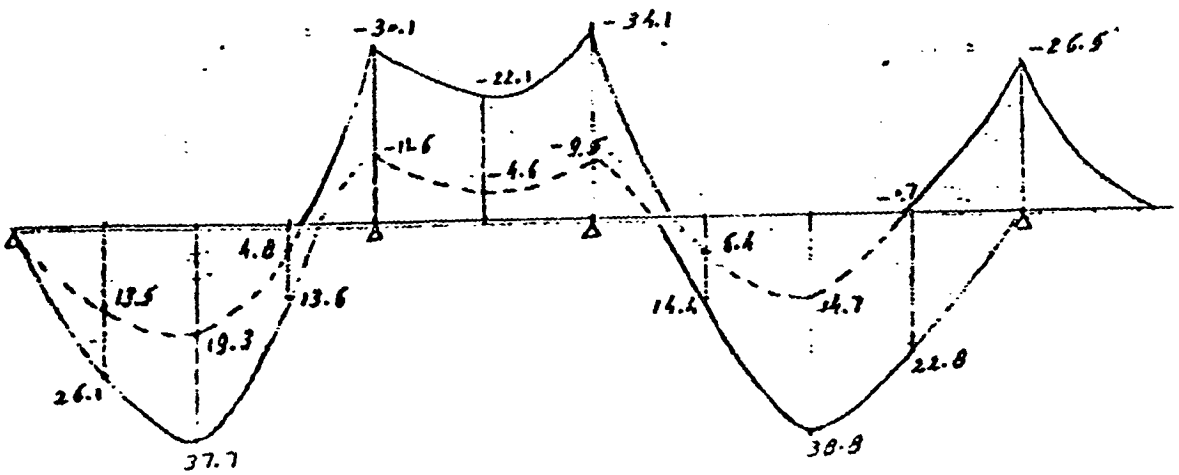
$M_B = \begin{cases} 3.2 \\ -12.8 - 1.6 - 0.9 = -15.3 \end{cases}$

$M_C = \begin{cases} 2 + 4.4 = 6.4 \\ -1.3 - 16.9 = -18.2 \end{cases}$

$M_D = -12.5$



۴- دیاگرام لنگر خمشی حداکثر ناشی از بار زنده و بار مرده در حد نهائی



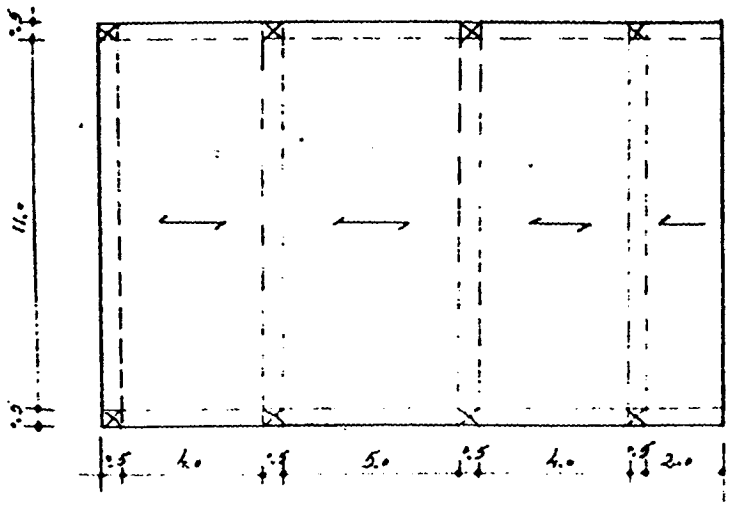
درس سازه‌های بتن آرمه — دال تیرچه و سقف‌های تیرچه بلوک — پیوست شماره (۱۰۱)

(ص ۱۱۸)

الف - دال تیرچه بلوک

سقفی با ابعاد $17.0 \times 12.0\ m^2$ مطابق شکل زیر با دال بتن آرمه تیرچه بلوک پوشانده شده است. بر این سقف علاوه بر وزن دال وزن کف‌سازی به مقدار $300\ Kg/m^2$ و بار زنده به مقدار $500\ Kg/m^2$ وارد می‌شود. دال را طرح و اجرا و کنترل کنید.

$f_{cc} = 200\ Kg/cm^2$ $\quad f_y = 4000\ Kg/cm^2$



۱- ضخامت دال

دال تیرچه بلوک : $t = \ell/24 = 450/24 = 18.9\ cm$

دال سقف : $t = \ell/25 = 550/25 = 19.6$

دال طره : $t = \ell/10 = 225/10 = 22.5$

$\rightarrow t = 20.0\ cm \qquad d = 16.0\ cm$

با توجه به طول دال تیرچه کناری دال طره ضخامت $20\ cm$ انتخاب شد.

۲- بارگذاری

$D = 0.2 \times 2500 + 300 = 800\ Kg/m^2$

$L = 500$

$W_u = 1.25\,D + 1.5\,L = 1750\ Kg/m^2$

۳- کنترل برش

دال تیرچه بلوک : $V_u = 1.15 \times 1.75 \times 4.0/2 = 4.0\ T/m$

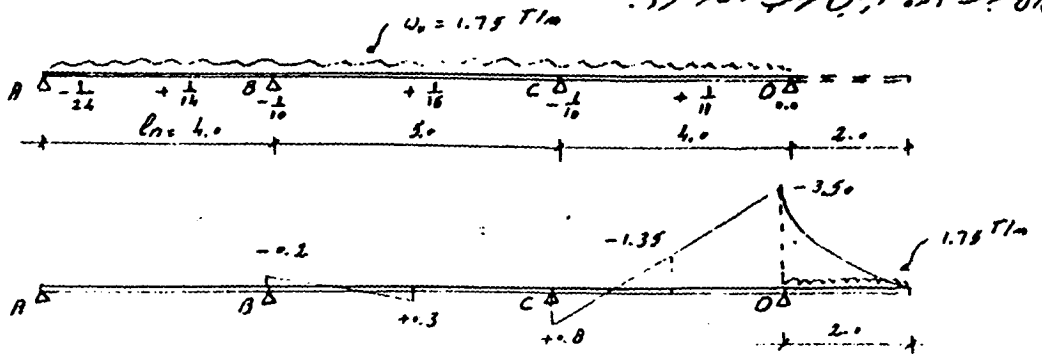
دال سقف : $V_u = 1.75 \times 5.0/2 = 4.4\ T/m$

$v_c = V_u / bd = 4400 / 100 \times 13 = 2.13\ Kg/cm^2$

$v_{cc} = 0.53\sqrt{f_{cc}} = 8.3\ Kg/cm^2 \qquad v_{cd} = 0.6 \times 5.3 = 5.3 \qquad v_c < v_{cd}$ ok

۴- تعیین لنگرها

در این مثال طول دهانه‌ها به اندازه‌ای است که می‌توان برای تعیین لنگرها از ضرایب تقریبی استفاده کرد. اثر دال طره را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت.



دیاگرام لنگر زیر بار طره

$M_{real} = \frac{1}{2} \times 1.75 \times 2^2 = 3.5$ T-m

$M_A = -\frac{1}{24} \times 1.75 \times 4.0^2 = 1.17$ T-m

$M_{AB} = \frac{1}{14} \times 1.75 \times 4.0^2 = 2.0$

$M_B = -\frac{1}{10} \times 1.75 \left(\frac{4.0+5.0}{2}\right)^2 - 0.2 = -3.54 - 0.20 = -3.74$

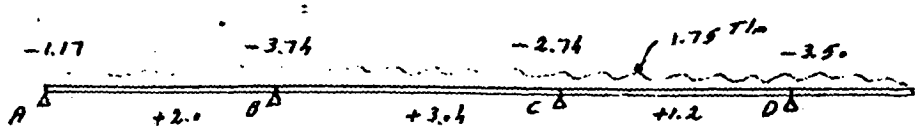
$M_{BC} = \frac{1}{16} \times 1.75 \times 5.0^2 + 0.3 = 2.74 + 0.3 = 3.04$

$M_C = -\frac{1}{10} \times 1.75 \left(\frac{4.0+5.0}{2}\right)^2 + 0.8 = -3.54 + 0.8 = -2.74$

$M_{CD} = \frac{1}{11} \times 1.75 \times 4.0^2 - 1.35 = 2.55 - 1.35 = 1.20$

$M_D = -3.50$

www.vepub.com
Publish Your Mind



۵- تعیین کرمازهای

۵-۱- کرمازهای مثبت

$\rho_{min} = 0.002$ $\quad A_{s,min} = 0.002 \times 100 \times 15 = 3.2\ Cm^2 \rightarrow a = 1.07$, $M_{r,min} = 1.68$ T-m

$M_{AB} = 2.0$ $\quad R = 2.0 / 0.12 \times 100 \times 16^2 = 0.065 \rightarrow \rho = 0.068$, $\beta = 0.024$, $A_s = 3.84\ Cm^2$

$M_{BC} = 3.04$ $\quad R = 0.99 \rightarrow \rho = 0.106$ $\quad \beta = 0.938$, $A_s = 6.0\ Cm^2 \rightarrow$ (5.2 Cm^2) (6.4 ")

$M_{(C)} = 1.2$ $\quad M_{(C)} < M_{r,min} \rightarrow \rho = \rho_{min} = 0.002$ $\quad A_s = 3.2\ Cm^2 \rightarrow$ (3.2 ")

۵-۲- آرماتورهای منفی

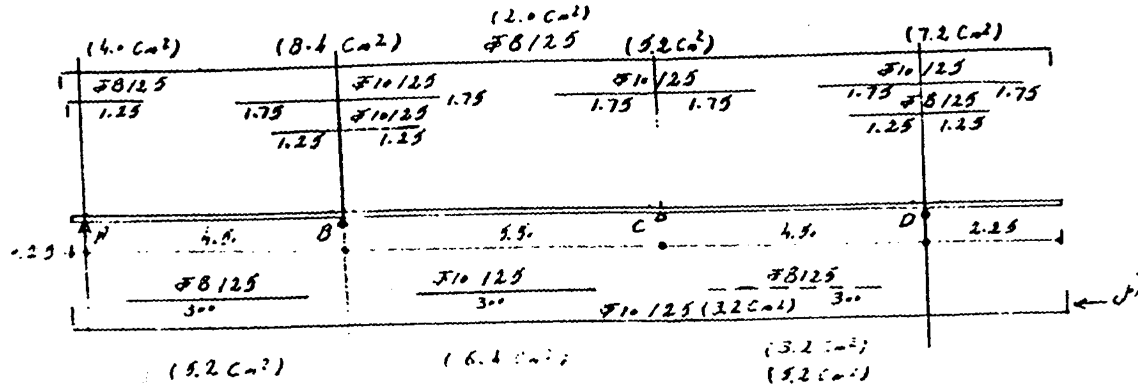
$M_A = -1.17 < M_{r\,min}$ $A_s = 3.2\ cm^2$ $\rightarrow (4.0\ cm^2)$

$M_B = -3.74$ $A_s = 6.0 \times \frac{3.74}{3.04} = 7.38$ $\rightarrow (8.4\ ,,)$

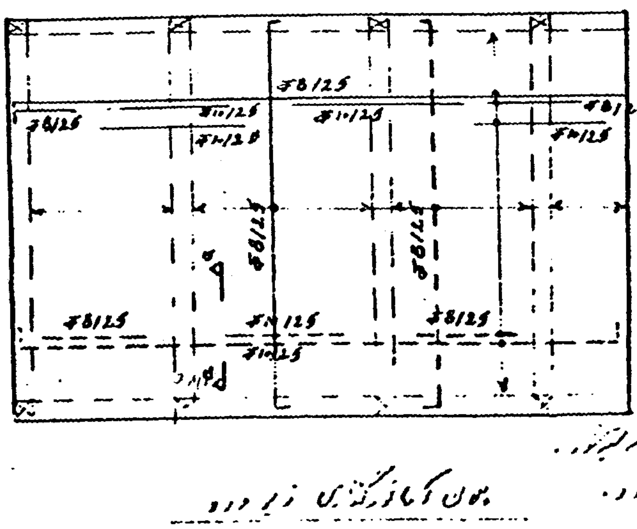
$M_C = -2.74$ $A_s = 6 \times \frac{2.74}{3.04} = 5.40$ $\rightarrow (5.2\ ,,)$

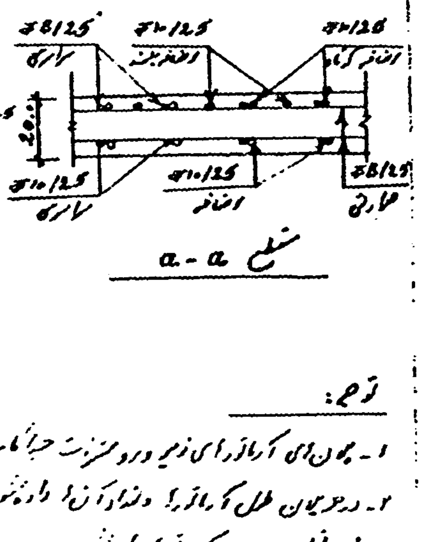
$M_D = -3.50$ $A_s = 6 \times \frac{3.50}{3.04} = 6.9$ $\rightarrow (7.2\ ,,)$

۶- آرماتورگذاری



همانطور که ملاحظه می‌شود آرماتور حرارتی و ... برای آرماتور حداقل مورد نیاز دال‌ها [illegible] می‌باشد. ... آرماتور حرارتی برابر [illegible] داده شود. ... آرماتور ... در دهانه CD آرماتور اضافی نیاز ندارد ولی [illegible] ... وجود داشته باشد. طول قطع آرماتورها با توجه به روش گفته شده تعیین شده است. جزئیات در اینجا آورده نشده است.





مقطع a-a

توجه:

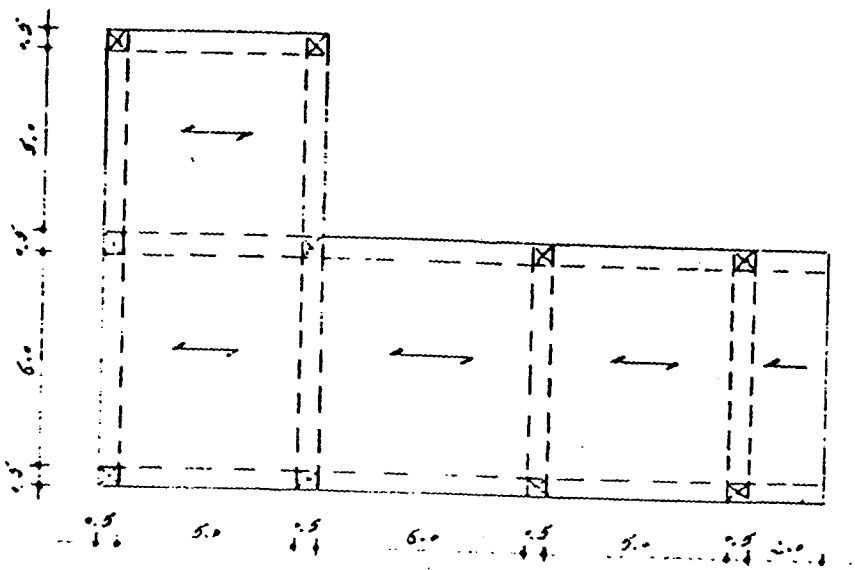
۱- پلان‌های آرماتورهای زیر و رو معمولاً جداگانه رسم می‌شود.
۲- در این پلان طول آرماتورها و تعداد آن‌ها داده شود.
۳- محل قطع و خم آرماتورها داده شود.
۴- شماره آرماتورها در پلان‌ها نوشته شود.

طراحی سازه‌های بتن آرمه — دال یکطرفه و سقف کامل تیرچه و بلوک — بلوک شماره (۱۰) صفحه (۴۱۸)

ب ـ سقف کامل تیرچه و بلوک

سقف به شکل زیر با استفاده از تیرچه و بلوک پوشانده شده است. به سقف علاوه بر وزن تیرچه و بلوک وزن کف سازی به مقدار $100\ Kg/m^2$ و بار زنده به مقدار $300\ Kg/m^2$ وارد می‌شود. تیرها را طراحی کرده و سقف را آرماتوربندی کنید.

$f'_c = 200\ Kg/m^2$ $\qquad$ $f_y = 4000\ Kg/Cm^2$



۱ ـ ضخامت سقف سازه

دهانه کناری: $t = \ell/20 = 550/20 = 27.5\ cm$

دهانه میانی طرف چپ بلوک: $t = \ell/24 = 550/24 = 23.0$

دهانه دو طرف پیوسته: $t = \ell/28 = 650/28 = 23.2$

دهانه طره: $t = \ell/10 = 225/10 = 22.5$

$\longrightarrow t = 30\ cm$

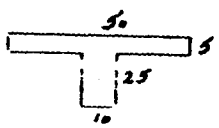
ارتفاع بلوک $25\ cm$ و ضخامت دال $5\ cm$

ضخامت سقف را می‌توان $25\ cm$ هم گرفت ولی با توجه به بار زنده زیاد تیرست $30\ cm$ در نظر گرفته شود. در دهانه کناری طول دهانه خالص $5.00\ m$ است و ضخامت $25\ cm$ نباید اشکال ایجاد کند.

۲ ـ بارگذاری

وزن سقف تیرچه و بلوک را می‌توان از کارخانه سازنده بلوک اخذ نمود. در اینجا فرض می‌شود وزن هر بلوک $12\ Kg$ باشد.

$O_1 = (0.05 \times 0.5 + 0.1 \times 0.25) \times 2500 + 4 \times 12 = 173\ Kg/(0.5 \times 0.5)m^2$



$O_1 = 2 \times 173 = 346 \simeq 350\ Kg/m^2$

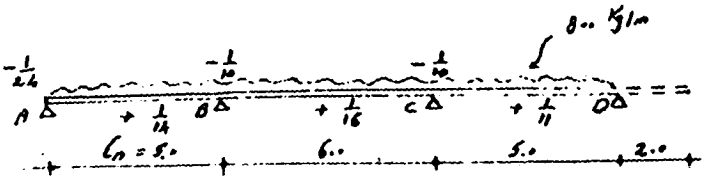
$O = 350 + 100 = 650\ Kg/m^2$ $\qquad$ $L = 300\ Kg/m^2$ $\qquad$ $U_0 = 1563\ Kg/m^2$

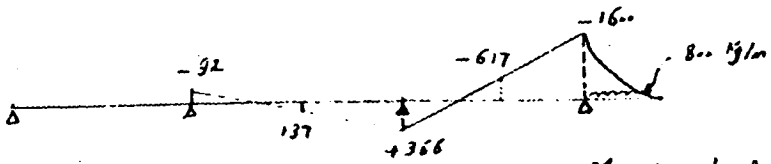
$W_0 = 0.5 \times 1.0 \times 1562 = 800\ Kg/m$ $\qquad$ بار وارد بر هر تیرچه

۴ - طبقه نمونه

۴-۱- دهانه‌های پیوسته

دهانه‌های دال با توجه به طول آن‌ها می‌توان از خواص تقریبی استفاده کرد. اگر نتوان از این تقریب استفاده کرد.





$M_{cant.} = \frac{1}{2} \times 800 \times 2^2 = 1600$ Kg-m

$M_A = -\frac{1}{24} \times 800 \times 5.0^2 = -834$ Kg-m

$M_{AB} = +\frac{1}{14} \times 800 \times 5.0^2 = +1429$

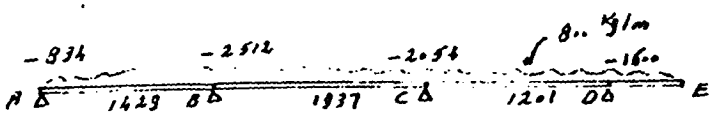
$M_B = -\frac{1}{10} \times 800 \times \left(\frac{5.0+6.0}{2}\right)^2 - 92 = -2512$

$M_{BC} = +\frac{1}{16} \times 800 \times 6.0^2 + 137 = +1737$

$M_C = -\frac{1}{10} \times 500 \times \left(\frac{5.0+5.0}{2}\right)^2 + 366 = -2054$

$M_{CD} = +\frac{1}{11} \times 800 \times 5.0^2 - 617 = +1201$

$M_D = -1600$



۴-۲- دهانه‌های کناری

دهانه کناری با توجه به کار با فرمتش روی تیر کناری که طول دهانه دال را می‌توان طول خالص در نظر گرفت

$M^+ = \frac{1}{8} \times 800 \times 5.0^2 = 2500$ kg-m

$M^- = -\frac{1}{24} \times 800 \times 5.0^2 = -834$

درس سازه‌های بتن آرمه — دال یکطرفه و دست انداز تیر طره و پرتگاه — پروژه شماره (۱۰) / صفحه (618)

۴- طرح کامل یک دال

۴-۱- دال‌های پیوسته

الف - تیر طره

$f_{cd} = 120\ kg/cm^2$ $f_{yd} = 3400\ kg/cm^2$ $d = 27\ cm$

$\bar{M} = 0.85 f_{cd}\, b\, t_0 (d - t_0/2) = 0.85 \times 0.12 \times 50 \times 5 (27 - 5/2) = 629\ T\text{-}cm = 6290\ kg\text{-}m$

$M_{AB} = 1429 < \bar{M}$ $R = 142900 / 120 \times 50 \times 27^2 = 0.327$ → $\varphi = 0.34$, $\beta = 0.012$

$A_s = 0.012 \times 50 \times 27 = 1.62\ cm^2$. $\phi 12 + \phi 10$ $(1.93\ cm^2)$ — J_1

$A_{s\,min} = 0.0035 \times 10 \times 27 = 0.95$ ok.

$M_{BC} = 1937$ $R = 0.044$ $\varphi = 0.046$ $\beta = 0.016$

$A_s = 0.016 \times 50 \times 27 = 2.16\ cm^2$ $2\phi 12$ $(2.26\ cm^2)$ — J_2

$M_{CD} = 1201$ $A_s = \frac{1201}{1429} \times 1.62 = 1.36\ cm^2$ $2\phi 10$ $(1.6\ cm^2)$ — J_3

$M_{DE} = 0.0$ آرماتور حداقل $2\phi 8$ $(1.0\ cm^2)$ — J_4

ب - آرماتورهای فوقانی

$M_A = -834$ $R = 83400 / 120 \times 10 \times 27^2 = 0.095$ $\varphi = 0.101$ $\beta = 0.0036$

$A_s = 0.0036 \times 10 \times 27 = 0.97\ cm^2$ $\phi 12$ $(1.13\ cm^2)$

$M_B = -2512$ $R = 0.287$ $\varphi = 0.366$ $\beta = 0.0129$

$A_s = 0.0129 \times 10 \times 27 = 3.48\ cm^2$ $2\phi 16$ $(4.0\ cm^2)$

$M_C = -2054$ $R = 0.234$ $\varphi = 0.281$ $\beta = 0.01$

$A_s = 0.01 \times 10 \times 27 = 2.7\ cm^2$ $2\phi 14$ $(3.0\ cm^2)$

$M_D = -1600$ $R = 0.183$ $\varphi = 0.209$ $\beta = 0.0074$

$A_s = 0.0074 \times 10 \times 27 = 2.0\ cm^2$ $2\phi 12$ $(2.26\ cm^2)$

۴-۲- دال ساده کناری

الف - تیر لبه

$M^+ = 2500$ $R = 0.057$ $\varphi = 0.06$ $\beta = 0.0022$

$A_s = 0.0022 \times 50 \times 27 = 3.0\ cm^2$ $2\phi 14$ $(3.0\ cm^2)$ — J_5

$M^- = -833$ $A_s = 0.37$ $\phi 12$ $(1.13\ cm^2)$

ب - آرماتورهای

(718 صفحه)

۵ - طراحی برای برش

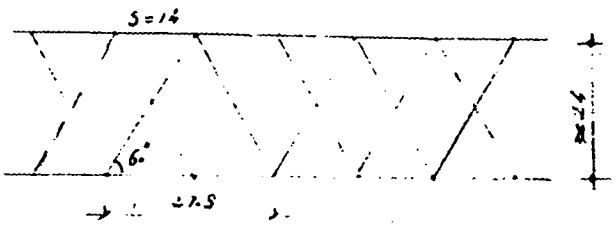
J_1 : $\ell_n = 5.0$ دارای تیرچه پیوسته $V_u = 1.15 \times 900 \times 5.0/2 = 2300$ Kg

J_2 : $\ell_n = 6.0$ دارای دو تکیه گاه ساده $V_u = 800 \times 5.0/2 = 2400$

J_3 : $\ell_n = 5.0$ دارای ساده $V_u = 800 \times 5.0/2 = 2000$

$V_{cc} = 0.63\sqrt{f'_c} = 0.63\sqrt{200} = 8.9$ Kg/Cm² $\quad V_{cd} = 0.6 \times 8.9 = 5.3$ Kg/Cm²

$V_{cd} = 5.3 \times 10 \times 27 = 1431$ Kg $\quad 1.1\,V_{cd} = 1574$ Kg



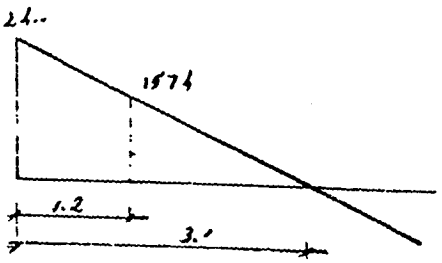
Φ6 $\begin{cases} f_y = 2400 \\ f_{yd} = 2040 \end{cases}$

J_2

$V_r = 1.1\,V_{cd} + \frac{d}{S} A_v f_{yd} (\sin\alpha + \cos\alpha) \quad \alpha = 60° \quad \sin\alpha = 0.87 \quad \cos\alpha = 0.5$

$2400 = 1574 + \frac{27}{14} A_v \times 2040 (0.87 + 0.5) \rightarrow A_v = 0.16\,Cm^2$ Φ6 ($A_s = 0.23\,Cm^2$)

تا بدین جا با دو بار کردن کرباتورهای موجب می‌توان برش را تحمل کرد.



در یک متر در طول 1.20 m خاصیت کرباتوری دوبل نمی‌شود جوابگو است. در سایر قسمتها این مقدار لازم نیست ولی می‌توان همین طول را بکار گرفت.

۶ - کرباتور حرارتی

در دال عمود بر جهت تیرچه‌ها Φ6/25 بکار برده می‌شود.

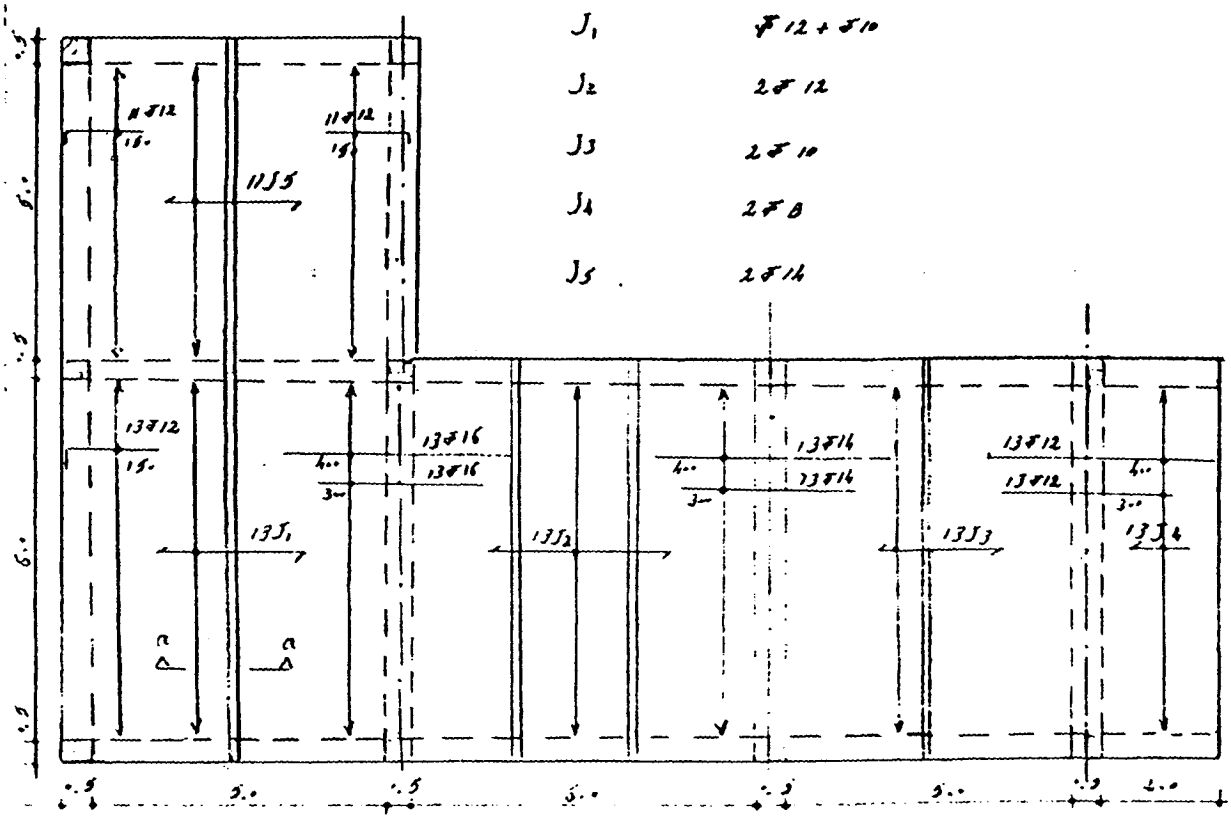
$4\Phi6 \rightarrow A_s = 1.0\,Cm^2 \quad S = 1.0/100 \times 8 = 0.002$ m.

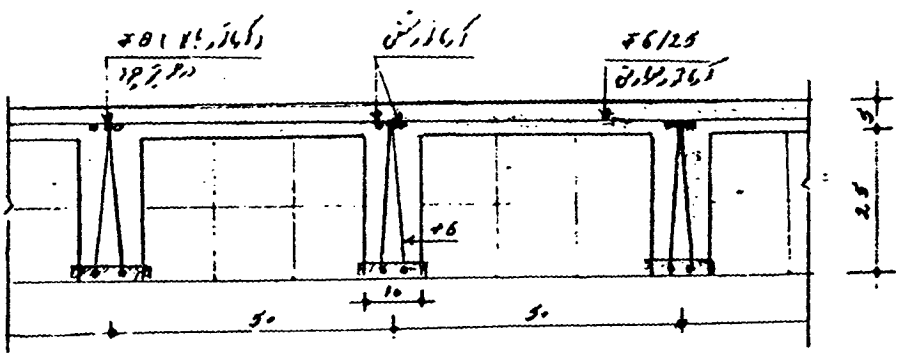
درس سازه‌های بتن آرمه — دال بصورت دست‌انداز یک‌طرفه — برگ شماره (۱۰)

مسعر (۶/۱۶)

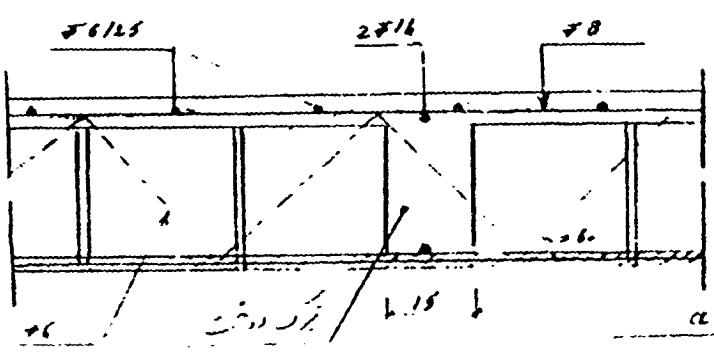
آرماتورهای زیر:

J_1	⌀12 + ⌀10
J_2	2⌀12
J_3	2⌀10
J_4	2⌀8
J_5	2⌀14





مقطع تیپ تیر چرخ



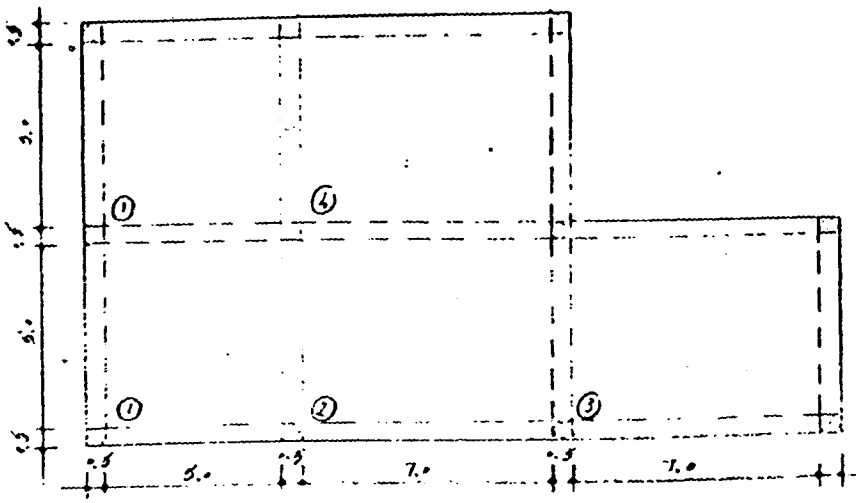
مقطع a-a

درس سازه‌های بتن آرمه — دال‌ای دو طرفه — برگ شماره (۱۱)

صفحه (۱۱۶)

سقف زیر بامی از تیر-دال پوشانده شده است. بر این سقف علاوه بر وزن دال وزن کف سازی به مقدار $300\ Kg/m^2$ و بار زنده به مقدار $500\ Kg/m^2$ وارد می‌شود. دال این سقف از نوع کنسول بوده و بار گذاری نمایشی.

$f_{cc} = 200\ Kg/cm^2$ $\quad f_y = 4000\ Kg/cm^2$



۱- ضخامت دال

ضخامت دال بر اساس دال‌های با ابعاد بزرگتر تعیین می‌شود:

$h \geq O/140 = 2(700 + 500)/140 = 17.2\ Cm$

$t = 20\ Cm \qquad d = 16\ Cm$

۲- بارگذاری

$D = 0.2 \times 2500 + 300 = 800\ Kg/m^2$ $\quad D_u = 1.25\ D = 1000$

$L = 500$ $\quad L_u = 1.80\ L = 900$ $\Rightarrow W_u = 1750\ Kg/m^2$

۳- کنترل برش

دال‌های 2 و 3 و 4 نزدیکترین ابعاد را دارند و لذا باید برش را کنترل کنیم. در هر این دال‌ها $m = \frac{A}{B} = 0.7$ است.

(2) دال: (حالت 8) $\quad W_A = 0.68 \quad W_B = 0.32$

$W_A = 1750 \times 5.0 \times 7.0 \times 0.68/2 \times 7.0 = 2975\ Kg/m$

$W_B = 1750 \times 5.0 \times 7.0 \times 0.32/2 \times 5.0 = 1960$

$I_A = WA^2/4 = 1750 \times 5.0^2/4 = 10938\ Kg$ $\quad \overline{W_B} = 10938/5.0 = 2186 > 1960$

درس سازه‌های بتن آرمه — دال‌های دوطرفه — پروژه شماره ۱ (۱۴۰۰)

دهانه‌های دال (2) حاکم است $w_B = 0.39$ $w_A = 0.62$ حالت 7 : دال (3)

$w_B = 0.13$ $w_A = 0.81$ حالت 4 : دال (4)

$U_B = 1164$ $U_A = 3544$

مقدار $U_A = 3544$ Kg/m برای کنترل برش حاکم است.

$U_{cc} = 0.63\sqrt{f'_{cc}} = 0.63\sqrt{200} = 8.9$ Kg/Cm² $U_{cd} = 0.6\, U_{cc} = 5.3$ Kg/Cm²

$V_{cd} = 5.3 \times 100 \times 16 = 8480$ Kg > 3544 دال از نظر برش خوابت

۴- طراحی برای خمش

$t = 20.0$ Cm $d = 16.0$ $\rho_{min} = 0.002$ $A_{s\,min} = 3.2$ Cm²، $Q = 1.07$ $M_{r\,min} = 1650$ Kg-m

۴-۱- دال شماره (۱) حالت (۴)

$m = 500/500 = 1.0$

$C_A = C_B = 0.05$ $M_A^- = M_B^- = 0.05 \times 1750 \times 3.0^2 = 2100$ Kg-m

$R = 0.72$ $\rho = 0.76$ $\beta = 0.0027$ $A_s = 4.32$ Cm²

$C_{AD}^+ = C_{BD}^+ = 0.027$

$C_{AL}^+ = C_{BL}^+ = 0.032$ $M_A^+ = M_B^+ = (0.027 \times 1000 + 0.032 \times 700) \times 5.0^2 = 1275$

$M^+ < M_{r\,min}$ $A_s = A_{s\,min} = 3.2$ Cm²

۴-۲- دال شماره (۲) حالت (۸)

$m = 500/700 = 0.7$

$C_A^- = 0.068$ $M_A^- = 0.068 \times 1750 \times 5.0^2 = 2975$ Kg-m $A_s = \frac{2975}{2100} \times 4.32 = 6.9$ Cm²

$C_B^- = 0.029$ $M_B^- = 0.029 \times 1750 \times 7.0^2 = 2457$ $A_s = 4.31$ Cm²

$C_{AD}^+ = 0.040$

$C_{AL}^+ = 0.054$ $M_A^+ = (0.040 \times 1000 + 0.054 \times 700) \times 5.0^2 = 2013$ $A_s = 4.0$ Cm²

$C_{BD}^{+} = 0.011$

$C_{BL}^{+} = 0.014$

$M_B^{+} = (0.011 \times 1000 + 0.014 \times 750) \times 7.0^2 = 1054$ Kg-m

$M^{+} < M_{r\,min}$ $\quad A_s = A_{s\,min} = 3.2$ Cm²

دال شماره (۳) — حالت (۷)

$\alpha = 0.7$

$C_A^{-} = 0.0$

$C_B^{-} = 0.038$ $\quad M_B^{-} = 0.038 \times 1750 \times 7.0^2 = 3259$ Kg-m $\quad A_s = 6.4$ Cm²

$C_{AD}^{+} = 0.056$

$C_{AL}^{+} = 0.063$ $\quad M_A^{+} = (0.056 \times 1000 + 0.063 \times 750) \times 5.0^2 = 2632$ $\quad A_s = 5.2$ Cm²

$C_{BD}^{+} = 0.017$

$C_{BL}^{+} = 0.017$ $\quad M_B^{+} = 0.017 \times 1750 \times 7.0^2 = 1459 < M_{r\,min}$ $\quad A_s = 3.2$

دال شماره (۴) — حالت (۱۱)

$\alpha = 0.7$

$C_A^{-} = 0.051$ $\quad M_A^{-} = 0.051 \times 1750 \times 5.0^2 = 3544$ Kg-m $\quad A_s = 7.1$ Cm²

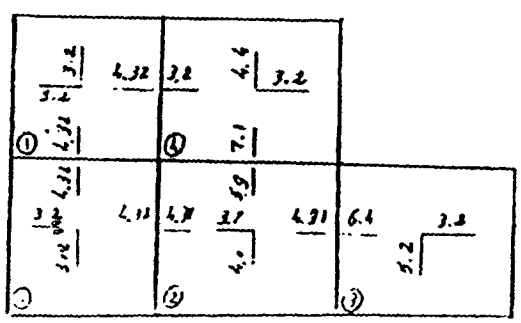
$C_B^{-} = 0.019$ $\quad M_B^{-} = 0.019 \times 1750 \times 7.0^2 = 1630$ $\quad A_s = 3.2$

$C_{AD}^{+} = 0.045$

$C_{AL}^{+} = 0.057$ $\quad M_A^{+} = (0.046 \times 1000 + 0.057 \times 750) \times 5.0^2 = 2219$ $\quad A_s = 4.4$

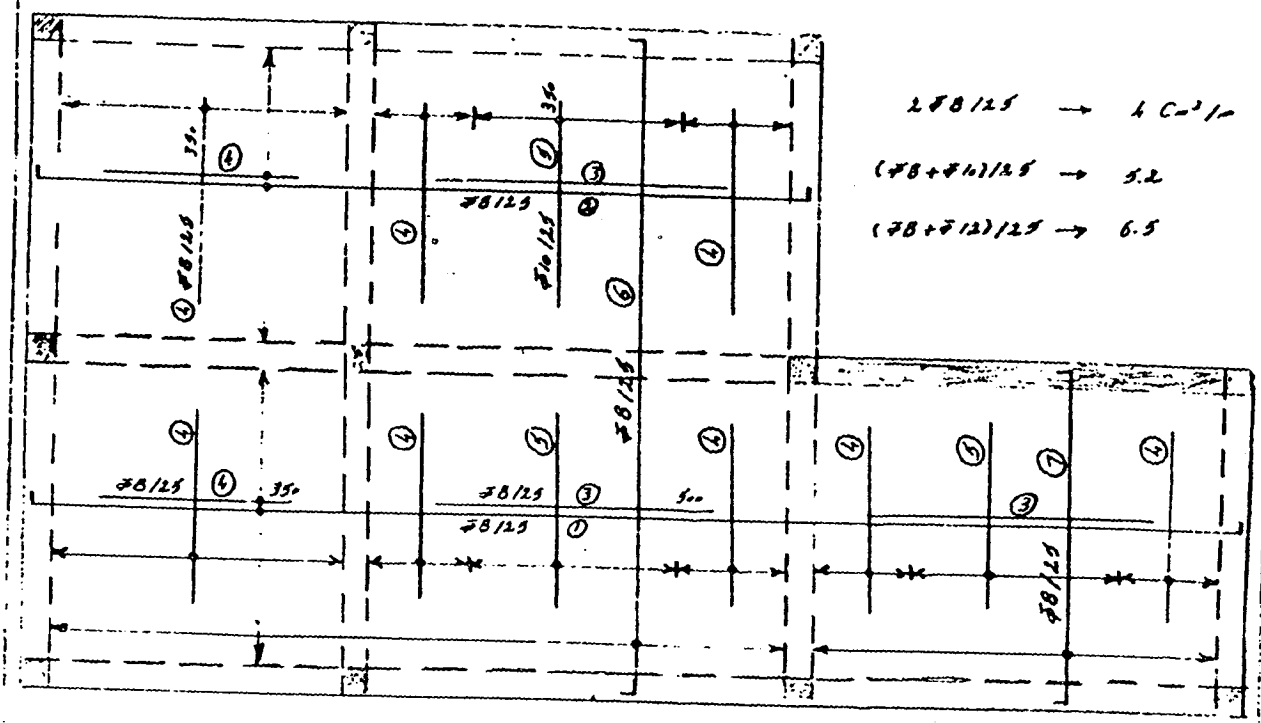
$C_{BD}^{+} = 0.011$

$C_{BL}^{+} = 0.014$ $\quad M_B^{+} = (0.011 \times 1000 + 0.014 \times 750) \times 7.0^2 = 1055 < M_{r\,min}$ $\quad A_s = 3.2$

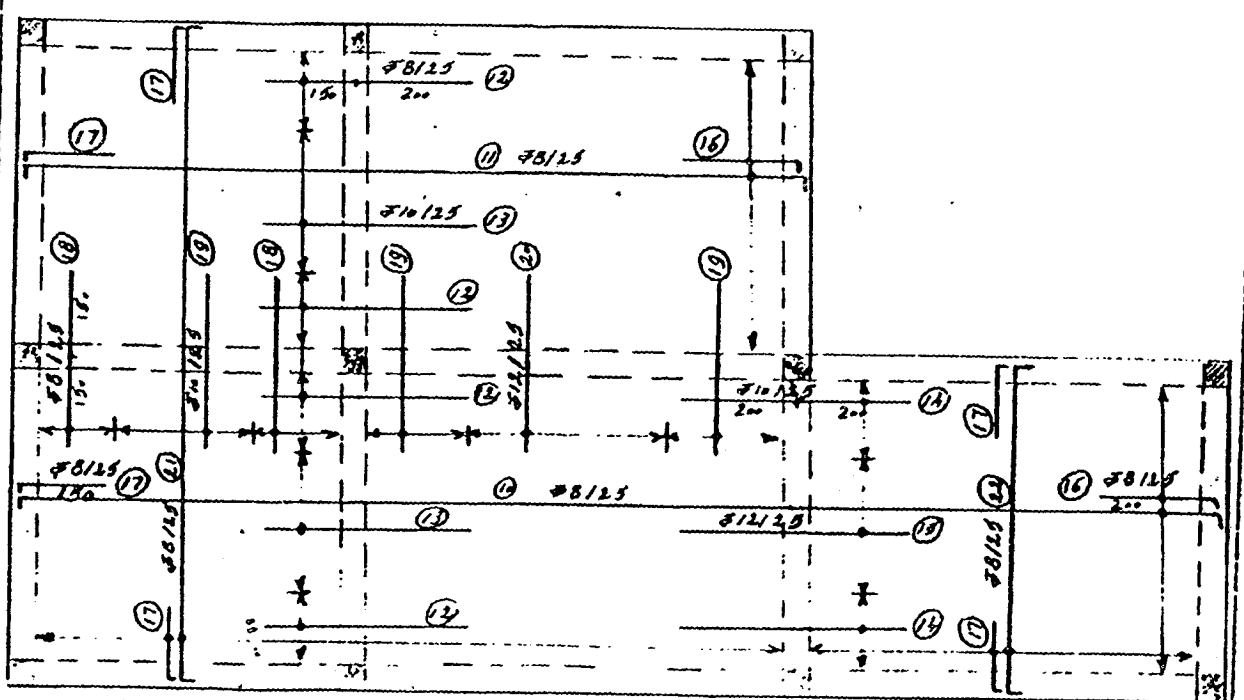


www.vepub.com
Publish Your Mind

درس سازه‌های بتن‌آرمه — دال‌های دوطرفه — برگ شماره (۱۱) صفحه (۱۱۴)



آرماتورگذاری زیر دال



آرماتورگذاری روی دال

درس سازه‌های بتن آرمه — کانال بتنی ای تحت فشار و خمش — برگ شماره (12)

مهر (1/6)

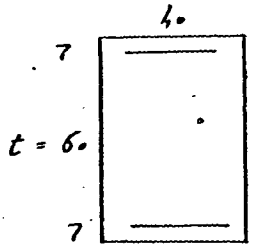
۱- ستون با مقطع مربع مستطیل به ابعاد 40 × 60 cm مطابق شکل زیر تقویت شده است. ستون را در حالت ای زیر کانال نباشد.

$f_{cc} = 200$ Kg/C²

$f_y = 4000$

$d = 53$ cm

$d' = 7$



$A_s' = 18.8$ Cm²

$A_s = 27.0$ Cm²

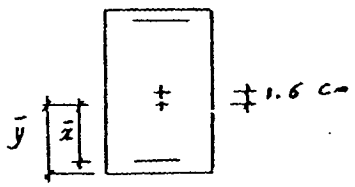
$f_{cd} = 0.6 f_{cc} = 120$ Kg/C² $f_{yd} = 0.85 f_y = 3400$ Kg/Cm²

۱-۱- تعیین کنید حداکثر بار محوری را که ستون می تواند تحمل کند. همچنین این بار در مقطع ستون را تعیین نمائید.

حداکثر بار محوری $N_0 = 0.85 \times 0.12 \times 40 \times 60 + (18.8 + 27.0) \times 3.4 = 400.5$ T

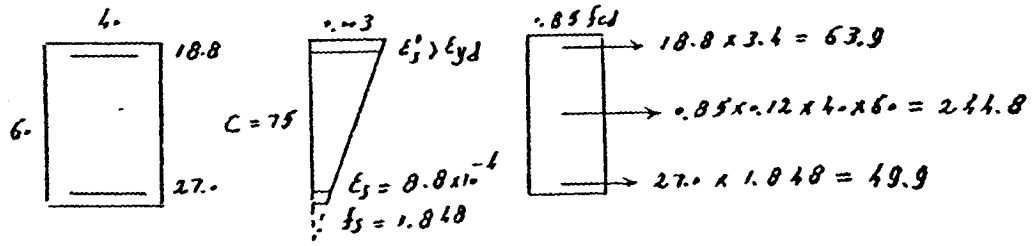
$\bar{y} = (0.85 \times 0.12 \times 40 \times 60 \times 30 + 18.8 \times 3.4 \times 53 + 27.0 \times 3.4 \times 7.0) / 400.5 = 28.4$ Cm

$\bar{x} = 28.4 - 7.0 = 21.4$ Cm



۱-۲- تعیین کنید ستون چه بار و لنگی را در برون محوری $e = 2.5$ Cm تحمل می کند.

در آخرین آزمون $C = 75.0$ Cm در نظر گرفته می شود:



$\varepsilon_{yd} = 3.4 / 2100 = 0.00162$

$C = 75$ Cm $a = 0.85 \times 75 = 63.8 > 60 \longrightarrow a = 60$

$N_r = 244.8 + 63.9 + 49.9 = 358.6$ T

$e' = [244.8 (53 - 60/2) + 63.9 (53 - 7)] / 358.6 = 23.9$

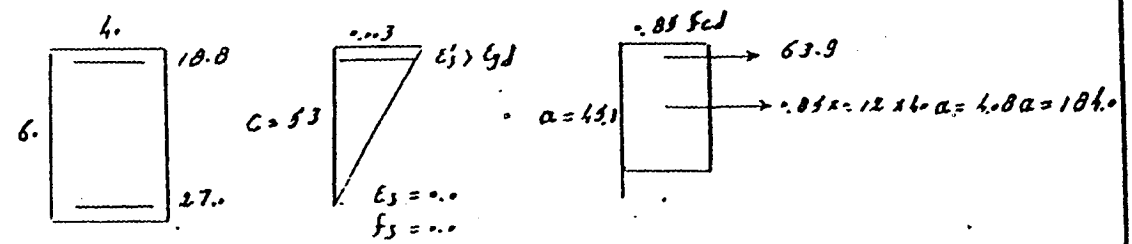
$e = 23.9 - 21.4 = 2.5$ Cm $M_r = 358.6 \times 0.25 = 90$ T-m

درس سازه‌های بتن آرمه — آنالیز ستون ای تحت فشار و خمش — برگ شماره (12)

(216) ممنوع

۱-۴- تعیین کنید ستون تحت بار محوری $N_f = 250\ T$ است.

در آخرین آزمون $C = 53\ cm$ در نظر گرفته می‌شود:



$C = 53\ Cm \qquad a = .85 \times 53 = 45.1$

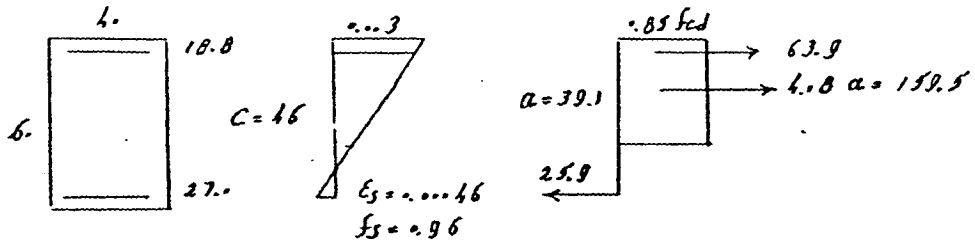
$N_f = 184.0 + 63.9 = \underline{247.9} \times \underline{250.0}$ ✓

$e' = [184.0\ (53 - 45.1/2) + 63.9\ (53-7)] / 247.9 = 34.5\ Cm$

$e = 34.5 - 21.4 = \underline{13.1\ Cm} \qquad M_f = 247.9 \times .131 = \underline{32.5\ T\text{-}m}$

۲-۴- تعیین کنید ستون تحت بار محوری همراه با لنگر $M_f = 4.0\ T\text{-}m$ است.

در آخرین آزمون $C = 46\ cm$ در نظر گرفته می‌شود



$C = 46\ Cm \qquad a = .85 \times 46 = 39.1$

$N_f = 159.5 + 63.9 - 25.9 = \underline{197.5\ T}$

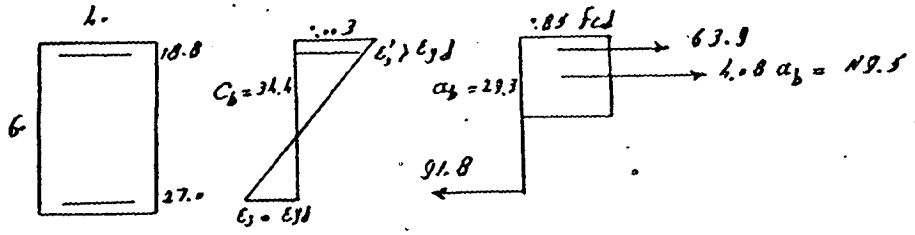
$e' = [159.5\ (53 - 39.1/2) + 63.9\ (53-7)] / 197.5 = 41.9\ Cm$

$e = 41.9 - 21.4 = \underline{20.5\ Cm}$

$M_f = 197.5 \times .205 = \underline{40.5} \approx 40.0\ T\text{-}m$ ✓

درس سازه‌های بتن آرمه — آنالیز ستون‌ها تحت فشار و خمش — برگ شماره (12) / (316) مهندسی

۱-۵- تعیین کنید تحت چه خروجی بارگذاری آرماتور کششی به جاری شدن می‌رسد.



$$C_b = \frac{6300}{6300+3400} \times 53 = 34.4\ Cm \qquad a_b = 0.85 \times 34.4 = 29.3$$

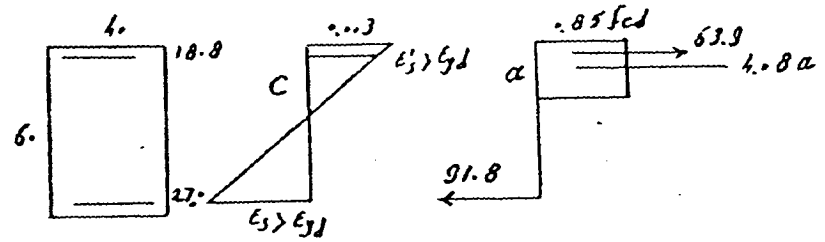
$$N_{rb} = 119.5 + 63.9 - 91.8 = \underline{91.6\ T}$$

$$e_b' = \left[119.5\,(53 - 29.3/2) + 63.9\,(53-7) \right] / 91.6 = 82.1\ Cm$$

$$e_b = 82.1 - 21.4 = \underline{60.7\ Cm}$$

$$M_{rb} = 91.6 \times 0.607 = \underline{55.6\ T\text{-}m}$$

۱-۶- تعیین کنید ستون فوق در صورتی که بار محوری خارج از مرکز با لنگر $M_1 = 52.5\ T\text{-}m$ است، با فرض آنکه آرماتور کششی جاری شده باشد.



$$\begin{cases} N_1 = 4.0\,a + 63.9 - 91.8 = 4.0a - 27.9 \\ N_1\,(e + 21.4) = 4.0\,(53 - a/2) + 63.9\,(53-7) \end{cases}$$

$$2.04\,a^2 - 128.93\,a + 1713.54 = 0 \qquad a = 19.1 \qquad C = 22.5$$

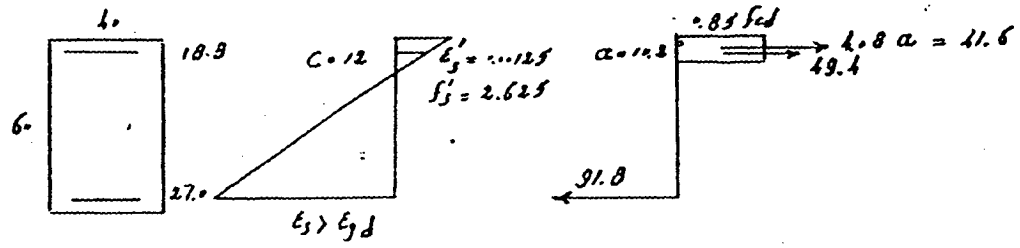
$$N_1 = 4.0 \times 19.1 - 27.9 = \underline{50.0\ T}$$

ch. $4.0\,a = 77.9$ $\quad e' = 126.5$ $\quad \underline{e = 105.1}$ $\quad \underline{M_1 = 52.5}$ ✓

صفحه (۱۱۶)

۱-۷- اگر ستون، مانند تیر به کار گرفته شود، لنگر خمشی متناظر نهائی آن چه اندازه است؟

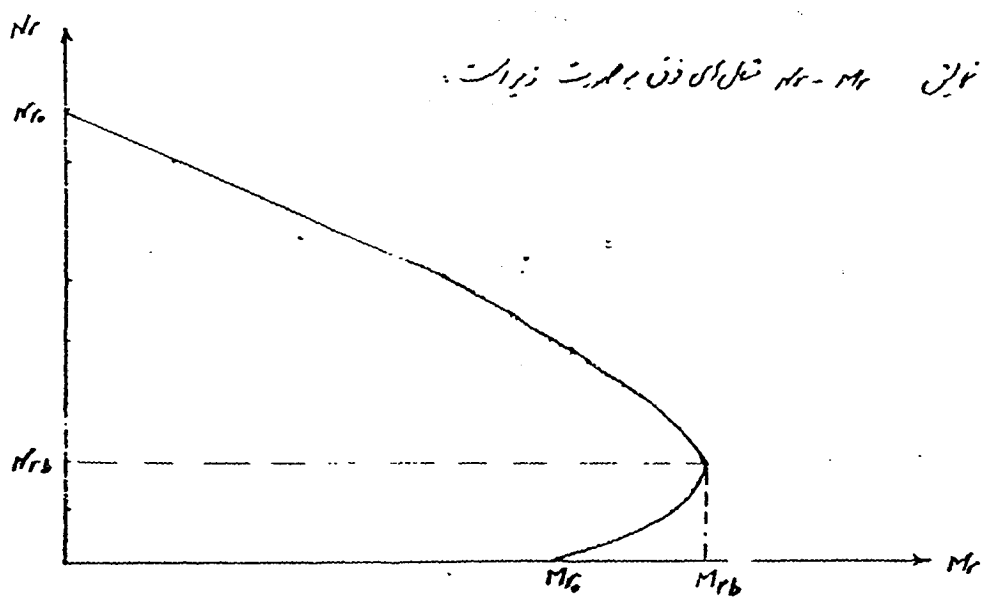
لنگر خمشی متناظر نهائی ستون را می‌توان مطابق آنچه در آنالیز تیرها گفته شده، بدست حساب کرد. در اینجا با استفاده از روش آزمون و خطا عمل می‌کنیم.



$N_r = 41.6 + 49.4 - 91.8 = -0.8 \approx 0$

$M_{rb} = 41.6\,(53 - 10.2/2) + 49.4\,(53-7) = 42.7$ T-m

۱-۸- دیاگرام تداخل $N_r - M_r$ در حالت نهائی



دیاگرام تداخل $N_r - M_r$ شکل کلی فوق را بطور تقریبی دارا است.

درس سازه‌های بتن آرمه — آنالیز ستون‌ها تحت فشار و خمش — برگ شماره (12)

صفحه (۶/۱)

۱- ستون نشان داده شده در شکل (۱) را در نظر گرفته، با استفاده از روابط ستون‌ها، تعیین کنید ستون فوق به ازای چه بارهائی در بدون خمش‌های زیر است؟

الف - بدون خمش $e = 15\ Cm$

ب - بدون خمش $e = 100$.

الف - $e = 15\ Cm$

$C_b = \frac{6300}{6300+3400} \times 53 = 34.4\ Cm$ $\qquad a_b = 29.3\ Cm$

$N_{ob} = 0.85 \times 0.12 \times 40 \times 29.3 + 18.8 \times 3.4 - 27 \times 3.4 = 91.6\ T$

$e'_b = \left[0.85 \times 0.12 \times 40 \times 29.3 \left(53 - 29.3/2\right) + 18.8 \times 3.4 (53-7)\right] / 91.6 - 82.1\ Cm$

$e_b = 82.1 - 21.4 = 60.7$

$e < e_b \rightarrow N_r > N_{rb}$

$N_r = \frac{N_{ro}}{1 + \left(\frac{N_{ro}}{N_{rb}} - 1\right)\frac{e}{e_b}} = \frac{400.5}{1 + \left(\frac{400.5}{91.6} - 1\right)\frac{15}{60.7}} = 218.5\ T$

$M_r = N_r \cdot e = 218.5 \times 0.15 = 32.8\ T\text{-}m$

ب - $e = 100\ Cm$

$e > e_b \rightarrow N_r < N_{rb}$

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

$e = 100 \qquad e' = 100 + 21.4 = 121.4 \qquad e'/d = 121.4/53 = 2.29$

$\beta = 27/40 \times 53 = 0.0127 \qquad \beta' = 18.8/40 \times 53 = 0.0089$

$m = 3.4/0.85 \times 0.12 = 33.3 \qquad m(\beta' - \beta) = -0.1283$

$1 - d'/d = 1 - 7/53 = 0.8679$

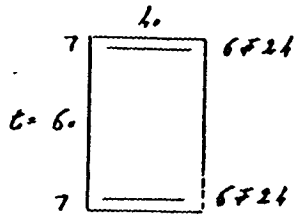
$0.85 f_{cd}\, b\, d = 0.85 \times 0.12 \times 40 \times 53 = 216.24$

با جایگزینی در رابطه N_r مقدار $N_r = 82.9\ T$ بدست می‌آید.

درس سازه‌های بتن آرمه — آنالیز ستون‌های تحت فشار و خمش — برگ شماره (12)

مهندس (6/6)

۲- ستون با مقطع مربع مستطیل مطابق شکل زیر تقویت شده است. تعیین کنید این ستون تا چه بار محوری می‌تواند در برون گریزهای $e = 30\ Cm$ و $e = 80\ Cm$ باربری کند.



$f_{cc} = 200$ $\quad f_y = 4000\ kg/Cm^2$

$f_{cd} = 120$ $\quad f_{yd} = 3400$

الف - $e = 30\ Cm$

$$a_b = \frac{6300}{6300 + 3400} \times 0.85 \times 53 = 29.3\ Cm \qquad C_b = 34.4\ Cm$$

$$N_{rb} = 0.85 \times 0.12 \times 40 \times 29.3 = 119.5\ T$$

$$e'_b = [0.85 \times 0.12 \times 40 \times 29.3 (53 - 29.3/2) + 27 \times 3.4 (53 - 7)] / 119.5 = 73.7\ Cm$$

$$\bar{x} = 23\ Cm \qquad e_b = 73.7 - 23 = 50.7\ Cm$$

e_b با استفاده از رابطه تقریبی به صورت زیر است:

$$e_b = (0.2 + 0.77\ \rho_t m)\ t \qquad \rho_t = 2 \times 27 / 40 \times 60 = 0.0225 \qquad m = 33.3$$

$$e_b = (0.2 + 0.77 \times 0.0225 \times 33.3)\ 60 = 46.6 = 50.7$$

$e < e_b \rightarrow N_r > N_{rb}$

$$N_r = \frac{27 \times 3.4}{0.5 + \frac{30}{53 - 7}} + \frac{40 \times 60 \times 0.12}{1.18 + \frac{3 \times 60 \times 30}{53^2}} = 172.5\ T$$

اگر از رابطه خطی پاست استفاده شود و با مقدار N_r به صورت زیر محاسبه کرد:

$$N_b = 0.85 \times 0.12 \times 40 \times 60 + 2 \times 27 \times 3.4 = 428.4\ T$$

$$N_r = \frac{428.4}{1 + \left(\frac{428.4}{119.5} - 1\right) \frac{30}{52.3}} = 172.5$$

با استفاده از نمودارها مقدار N_r برابر با مقدار زیر است:

$$d/t = 53/60 = 0.883 = 0.9 \qquad \rho_t m = 0.75 \qquad e/t = 0.5 \rightarrow \frac{N_r}{f_{cd}\, bt} = 0.61,\ N_r = 175.7\ T$$

ب - $e = 80\ Cm$

$$e = 80 \qquad e' = 80 + 23 = 103 \qquad e'/d = 1.94 \qquad \rho = 0.0127 \qquad \rho m = 0.424$$

$$N_r = 0.85 \times 0.12 \times 40 \times 53 \left(1 - 1.94 + \sqrt{0.94^2 + 2 \times 0.424 (1 - 7/53)}\right) = 71.9\ T$$

با استفاده از نمودارها

$$e/t = 80/60 = 1.33 \rightarrow \frac{N_r}{f_{cd}\, bt} = 0.25,\ N_r = 72.0\ T$$

درس سازه‌های بتن آرمه — طرح ستون ای تحت فشار و خمش — برگ شماره (13)

مهر (۱/۲)

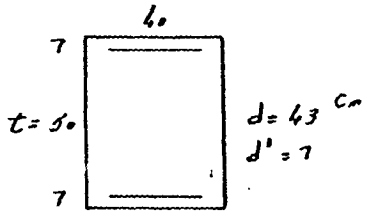
ستون با مقطع مربع مستطیل به ابعاد 30×50 Cm در نظر است. تعیین کنید که چه آرماتوری لازم در این ستون را برای آنکه ستون بتواند در حالت حدی نهائی مقاومت بارهای :

$f_{cc} = 200$ $\quad f_y = 4000$ Kg/Cm²

الف - $M\begin{cases} D = 11^{T-m} \\ L = 5 \end{cases}$, $N\begin{cases} D = 80^{T} \\ L = 40 \end{cases}$

ب - $M\begin{cases} D = 20 \\ L = 10 \end{cases}$ $\quad N\begin{cases} D = 40 \\ L = 20 \end{cases}$

را تحمل نماید. خاصیت ای این ستون را تعیین نمائید.



۱- حالت (الف)

$$\begin{cases} N_u = 1.25 \times 80 + 1.5 \times 40 = 160^{T} \\ M_u = 1.25 \times 10 + 1.5 \times 5 = 20^{T-m} \end{cases} \qquad e = M_u/N_u = 12.5 \text{ Cm}$$

$$\alpha_b = \frac{6300}{6300 + 3400} \times 0.85 \times 43 = 23.8 \text{ Cm}$$

$$N_b = 0.85 \times 0.12 \times 40 \times 23.8 = 97.1^{T}$$

$N_u > N_{rb}$

$$N_u = \frac{A_s' f_{yd}}{0.5 + \frac{e}{d - d'}} + \frac{f_{cd}\, b\, t}{1.18 + \frac{3\, t\, e}{d^2}}$$

$$160 = \frac{A_s' \times 3.4}{0.5 + \frac{12.5}{43 - 7}} + \frac{0.12 \times 40 \times 50}{1.18 + \frac{3 \times 50 \times 12.5}{43^2}} \longrightarrow A_s' = 12.6 \text{ Cm}^2$$

$A_{st} = 2 \times 12.6 = \underline{25.2 \text{ Cm}^2}$ $\qquad \rho_t = 25.2/40 \times 50 = \underline{1.26\%}$

حل مسئله با استفاده از گراف :

$d/t = 43/50 = 0.86 = 0.85$

$N_u / f_{cd}\, b\, t = 160/0.12 \times 40 \times 50 = 0.67$ $\Big\}$ $\longrightarrow \rho_t = 0.42$

$e/t = 12.5/50 = 0.25$

$m = f_{yd}/0.85 f_{cd} = 33.3$ $\qquad \rho_t = 0.42/33.3 = \underline{1.26\%}$

درس سازه‌های بتن آرمه — طرح ستون‌ها تحت فشار و خمش — برگشته (۱۳) / صفحه (۲۱۲)

۲- حالت (ب):

$$\begin{cases} N_u = 1.25 \times 40 + 1.5 \times 20 = 80^T \\ M_u = 1.25 \times 20 + 1.5 \times 10 = 40^{T-m} \end{cases} \qquad e = 40/80 = .5\ m$$

$N_u < N_{fb}$

$$M_u = \frac{N_u}{2}(t-a) + A_s f_{yd}(d-d')$$

$$a = \frac{N_u}{.85 f_{cd} b}$$

$$a = \frac{80}{.85 \times .12 \times 40} = 19.6\ cm$$

$$4000 = \frac{80}{2}(50 - 19.6) + A_s \times 3.4\,(43-7) \longrightarrow A_s = 22.8\ cm^2$$

$$A_{st} = 2 \times 22.8 = 45.6\ cm^2 \qquad \rho_t = 2.28\%$$

حل مسئله با استفاده از نگراف ۱:

$$\left.\begin{aligned} N_u / f_{cd}\, b\, t &= 80/.12 \times 40 \times 50 = .33 \\ e/t &= 50/50 = 1.0 \end{aligned}\right\} \longrightarrow \rho_t m = .78 \longrightarrow \rho_t = 2.31\%$$

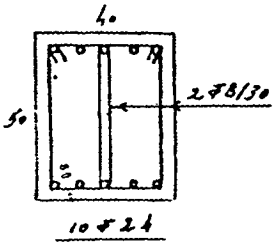
۳- تعیین خاموت‌ها:

در حالت (ب) آرماتور طولی $A_{st} = 45.6\ cm^2$ است.

$A_{st} = 45.6\ cm^2$ $\qquad$ $A_{st} = 10 \phi 24 = 45.3\ cm^2$ ✓

اگر برای خاموت‌ها $\phi 8$ انتخاب شود:

$$\left.\begin{aligned} s &\leq 16\, d_b = 16 \times 2.4 = 38.4\ cm \\ &\leq 48\, d_{bs} = 48 \times .8 = 38.4 \\ &\leq b = 40 \\ &\leq 30 \end{aligned}\right\} \longrightarrow s = 30\ cm$$



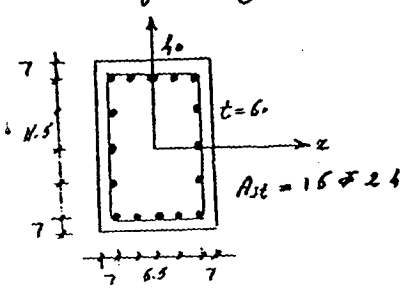
درس سازه‌های بتن آرمه — ستون‌های با کرنا تور میلگرد — ستون‌های تک بخش و گروه — برگ شماره (۱۴) — سفو (۱/۲)

ستونی با مقطع مربع مستطیل به ابعاد 40×60 Cm مطابق شکل زیر تقویت شده است. تعیین کنید در حالت آنکه $C = 50$ Cm و $C = 30$ Cm باشد این ستون چه بار و لنگر خمشی را می‌تواند تحمل کند. در این حالت درصد تأثیر آرماتور میلگرد چه اندازه است.

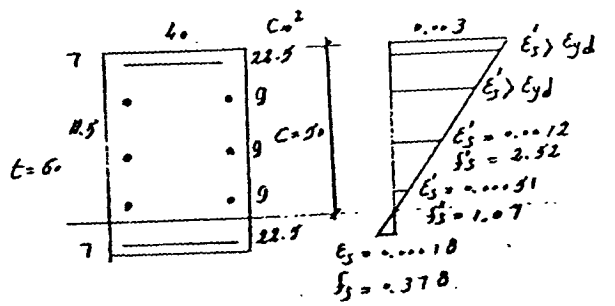
اگر درصد تأثیر آرماتور میلگرد را در هر حالت ۲۰٪ منظور کنیم، تعیین کنید ستون چه بار و لنگر خمشی را می‌تواند تحمل کند. $\begin{cases} e_c = 10 \text{ Cm} \\ e_y = 24 \end{cases}$

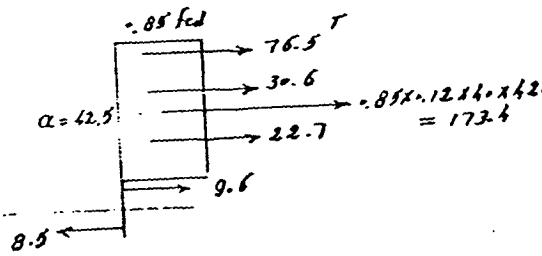
$f_{cc} = 200$ $\quad f_y = 4000$ Kg/Cm²

$f_{cd} = 120$ $\quad f_{yd} = 3400$



۱- حالت $C = 50$ Cm





$N_r = 173.4 + 76.5 + 30.6 + 22.7 + 9.6 - 8.5 = 304.3$

$e' = \left[173.4 (53 - 42.5/2) + 76.5 \times 46 + 30.6 \times 34.5 + 22.7 \times 23 + 9.6 \times 11.5 \right] / 304.3$
$= 35.2$ Cm

$\bar{x} = 30 - 7 = 23$ Cm $\qquad e = 35.2 - 23 = 12.2$ Cm

$M_r = 304.3 \times 0.122 = 37.1$ T-m

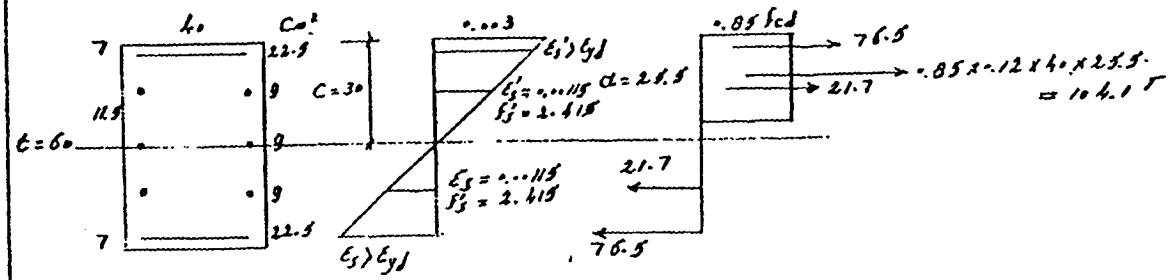
$a_b = \frac{6300}{6300 + 3400} \times 0.85 \times 53 = 29.3$ Cm $\qquad N_{rb} = 0.85 \times 0.12 \times 40 \times 29.3 = 119.5$ T

$N_r > N_{rb}$

$304.3 = \frac{A_s' \times 3.4}{0.5 + \frac{12.2}{53-7}} + \frac{0.12 \times 40 \times 60}{1.18 + \frac{3 \times 60 \times 12.2}{53^2}} \longrightarrow A_s' = 35.0 \text{ Cm}^2 \qquad \dot{A}_{st} = 70.0 \text{ Cm}^2$

$R = (2 \times 35 - 2 \times 22.5) / (3 \times 9) = 92.5\%$ — درصد تأثیر آرماتور میلگرد

۱- حالت $c = 30\ Cm$



$Nr = 104.1 + 76.5 + 21.7 - 21.7 - 76.5 = 104.1\ T$

$e' = [104.1(53 - 25.5/2) + 76.5 \times 46 + 21.7 \times 34.5 - 21.7 \times 11.5] / 104.1 = 78.9\ Cm$

$e = 78.9 - 23 = 55.9\ Cm$ $Mr = 104.1 \times 0.559 = 58.2\ T-m$

برای تعیین درصد تأثیر آرماتور میانی از نگراف استفاده می‌شود:

$d/t = 53/60 = 0.884 \approx 0.9$

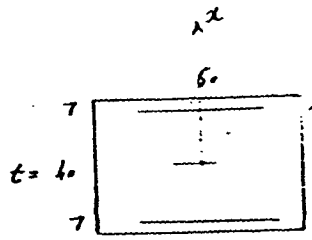
$Nr/f_{cd}\,bt = 104.1/0.12 \times 40 \times 60 = 0.36$, $e/t = 55.9/60 = 0.93 \rightarrow \beta_t m = 0.7$

$\beta_t = 0.7/33.3 = 0.021$ $A_{st} = 50.4$

$R = (50.4 - 2 \times 22.5)/(3 \times 9) = 20\%$

۲- خش دوگره

۲-۱- Nrx

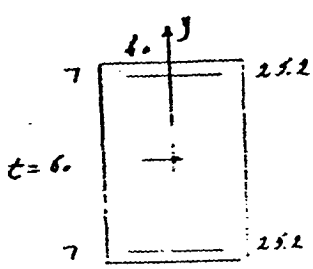


$e = 10\ Cm$, $e/t = 10/40 = 25$, $\beta_t = 2 \times 25.2/2400 = 0.021$
$\beta_t m = 0.7$

$d/t = 33/40 = 0.825$, $Nrx/f_{cd}\,bt = \frac{1}{2}(0.75 + 0.81) = 0.785$

$Nrx = 226\ T$

۲-۲- Nry



$e = 24\ Cm$ $e/t = 24/60 = 0.4$ $\beta_t m = 0.7$

$d/t = 53/60 = 0.883 \approx 0.9$ $Nry/f_{cd}\,bt = 0.67$

$Nry = 193\ T$

۲-۳- Nr_0

$Nr_0 = 0.65 \times 0.12 \times 2400 + 72 \times 3.4 = 490\ T$

۲-۴- Nr

$\frac{1}{Nr} = \frac{1}{Nrx} + \frac{1}{Nry} - \frac{1}{Nr_0} = \frac{1}{226} + \frac{1}{193} - \frac{1}{490}$ $Nr = 132\ T$

$0.15\,f_{cd}\,bt = 43.2\ T < Nr$ OK

www.vepub.com
Publish Your Mind

درس سازه‌های بتن آرمه — آنالیز و طرح ستون‌های با مقطع دایره — برگ شماره (۱۶)
صفحه (۱۱۲)

ستون با مقطع دایره به قطر $D = 50\ cm$ در نظر است. تعیین کنید:

۱- ظرفیت ستون با ۱۶ ⌀ 24 به روی دایره به قطر $D_s = 36\ cm$ تقویت شده باشد در حالت بارگذاری به صورتی که ارتفاع خط خنثی $C = 30\ cm$ خواهد شد. نتیجه حاصله را با استفاده از روابط و دیاگرام اکسل نشان دهید.

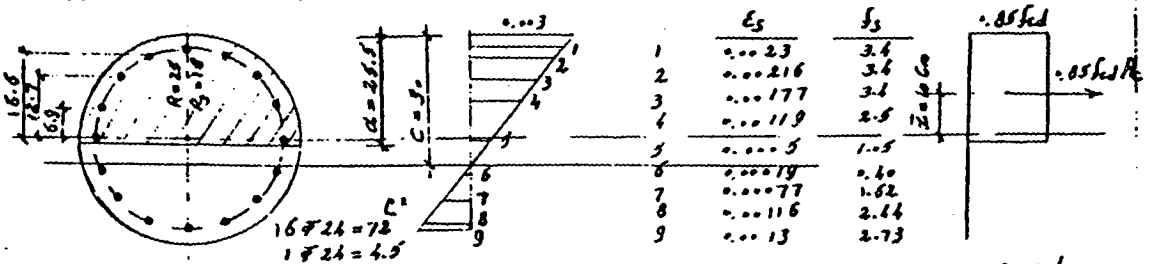
۲- چه مقدار کار یا تغییر شکل لازم است برای آنکه ستون بتواند بار نهائی $N_0 = 70\ T$ را در برون مرکزی $e = 50\ cm$ تحمل کند.

$f_{cc} = 200$ $\quad f_y = 4000\ Kg/Cm^2$

۱- آنالیز ستون

$D = 50\ cm$, $D_s = 36\ cm$, $A_{st} = 16 ⌀ 24$

$f_{cd} = 120$ $\quad f_{yd} = 3400\ Kg/Cm^2$



	ε_s	f_s
1	0.0023	3.4
2	0.00216	3.4
3	0.00177	3.4
4	0.00119	2.5
5	0.0005	1.05
6	0.00019	0.40
7	0.00077	1.62
8	0.00116	2.44
9	0.0013	2.73

$C = 30\ cm$ $\quad a = 0.85 \times 30 = 25.5\ cm$ $\quad a/D = 25.5/50 = 0.51 \rightarrow \begin{cases} \beta = 0.4 \\ \lambda = 0.4 \end{cases}$

$A_c = \beta \cdot D^2 = 0.4 \times 50^2 = 1000\ cm^2$ $\quad \bar{x} = \lambda \cdot R = 0.4 \times 25 = 10\ cm$

$F_c = 0.85\ f_{cd}\ A_c = 0.85 \times 0.12 \times 1000 = 102^T$

$N_r = 102 + 4.5\,(3.4 + 2\times3.4 + 2\times3.4 + 2\times2.5 + 2\times1.05 - 2\times0.4 - 2\times1.62 - 2\times2.44 - 2.73) = \underline{158^T}$

$e = [102\times10 + 4.5\,(3.4\times18 + 2\times3.4\times16.6 + 2\times3.4\times12.7 + 2\times2.5\times6.9 + 2\times0.4\times6.9 + 2\times1.62\times12.7 + 2\times2.44\times16.6 + 2.73\times18)] / 158$

$e = \underline{19.9 \approx 20\ cm}$ $\quad M_r = 158 \times 0.2 = \underline{31.6\ T\text{-}m}$

$e = 20\ cm$, $A_g = \frac{1}{4}\pi D^2 = 1962.5\ cm^2$, $A_{st} = 72\ cm^2$, $\rho_t = 0.037$, $\rho_t m = 1.22$

$e_b = (0.24 + 0.39\,\rho_t m)\,D = (0.24 + 0.39\times1.22)\,50 = 35.8\ cm^2 \rightarrow \begin{cases} e < e_b \\ (N_r)\ \text{کنترل} \end{cases}$

$$N_r = \frac{A_{st}\, f_{yd}}{1 + \frac{3e}{D_s}} + \frac{f_{cd}\cdot A_g}{1.18 + \frac{9.6\,D\,e}{(0.80 + 0.67 D_s)^2}}$$

$$N_r = \frac{72 \times 3.4}{1 + \frac{3\times20}{36}} + \frac{0.12 \times 1962.5}{1.18 + \frac{9.6\times50\times20}{(0.80+0.67\times36)^2}} = \underline{158.8^T}$$

درس سازه‌های بتن آرمه — آنالیز و طرح ستون‌های با مقطع دایره — تمرین شماره ۱۵

صفحه (212)

آنالیز با استفاده از نمودار ۶:

$D_s/D = 36/50 = .72 \approx .7$ ، $\rho_t m = 1.22$ ← $N_r/f_{cd} \cdot D^2 = .52$

$e/D = 25/50 = .4$

$N_r = 156^T$

۲- طرح ستون

برای استفاده از رابطه زیر باید $e < e_b$ باشد. در نتیجه $N_r > N_u$ است.

$N_u = 70^T$ $e = 50\ cm$

$$70 = \frac{A_{st} \times 3.4}{1 + \frac{3 \times 50}{36}} + \frac{.12 \times 1962.5}{1.18 + \frac{9.6 \times 5 \times 50}{(.8 \times 50 + .67 \times 36)^2}} \rightarrow A_{st} = 55.4\ Cm^2,\ \rho_t = 2.82\%$$

$\rho_t m = .28 \times 33.3 = 9.4$ $e_b = (.24 + .39 \times .94) 50 = 30.3\ Cm$

فرض غلط است چون $e > e_b$ است. فرض می‌شود $N_u < N_{rb}$ باشد.

$$N_u = .85 f_{cd} \cdot D^2 \left[\sqrt{(.85 e/D - .38)^2 + .4 \rho_t m\ D_s/D} - (.85 e/D - .38) \right]$$

$e/D = 1.0$ $D_s/D = .72$

$$70 = .85 \times .12 \times 5^2 \left[\sqrt{(.85 \times 1 - .38)^2 + .4 \rho_t m \times .72} - (.85 \times 1.0 - .38) \right]$$

$\rho_t m = 1.16$

$e_b = (.24 + .39 \times 1.16) 50 = 31.6$ $e > e_b$ ok.

$\rho_t = 1.16/33.3 = .035$ $A_{st} = 68.7\ Cm^2$ 16ϕ24 $A_{st} = 72\ Cm^2$

طرح ستون با استفاده از نمودار ۶

$e/D = 1.0$ $D_s/D = .72 = .7$ ← $\rho_t m = 1.2$ $\rho_t = 3.6\%$

$N_u/f_{cd} \cdot D^2 = 70/.12 \times 5^2 = .24$

اگر گام مارپیچ ۱۲ سانتی‌متر باشد مقدار ρ_s چقدر خواهد بود:

$\rho_s = .45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_{cc}}{f_y}$

$D_{ss} = 42\ Cm$ $A_c = 1385\ Cm^2$

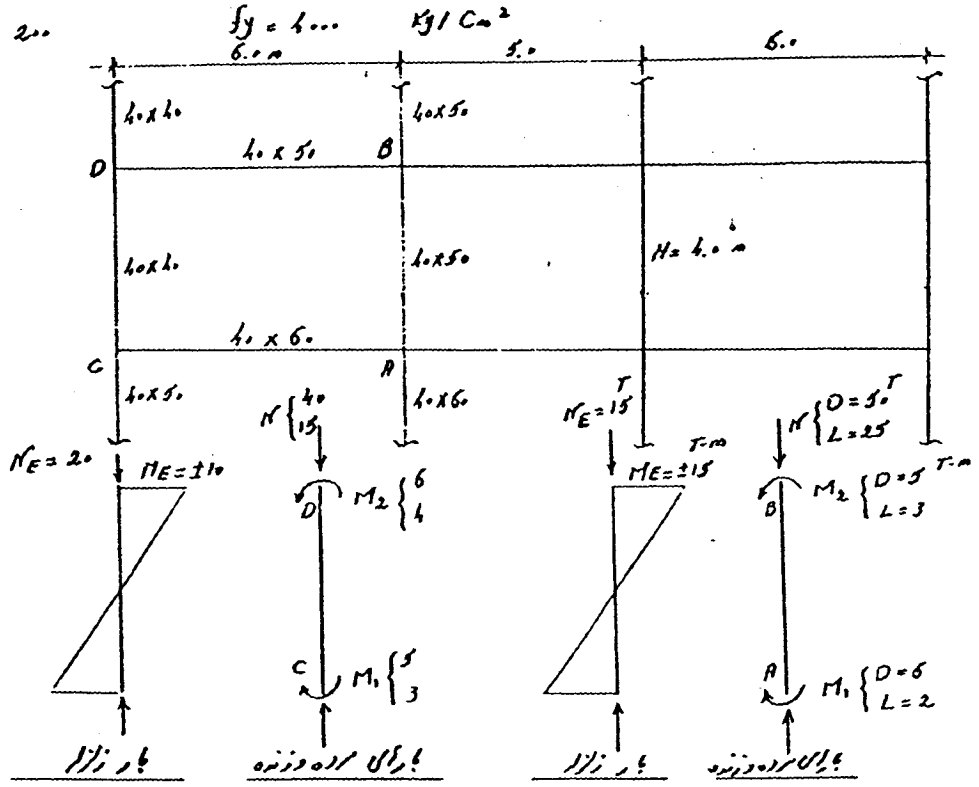
$\rho_s = .45 \left(\frac{1962.5}{1385} - 1 \right) \frac{200}{4000} = .0094$

$\rho_s = \frac{4 A_{s1}}{D_{ss} \cdot S} \rightarrow A_{s1} = .099\ S$

$S = 12.5 \rightarrow A_{s1} = 1.23$ $\phi 12/12.5$ cm

تابلو زیر یکی از تابلوهای نشانی است که در سازه یک ساختمان بکار برده شده است. تابلوها جابجا نشده‌اند. بارهای وارده در شرایط عادی و در هنگام زلزله بر هریک از ستون‌های کناری و میانی در شکل نشان داده شده‌اند. با در نظر گرفتن اثر ناشی از لاغری یکی از ستون‌های میانی را طرح کنید.

$f_{cc} = 200$ $f_y = 4000$ Kg/Cm²



ستون CD (کناری) — ستون AB (میانی)

۱- ترکیبات بارگذاری

فقط ترکیب‌های اول و دوم گزینش می‌شوند.

ستون CD

U_1 $\begin{cases} N_U = 72.5 \text{ T} \\ M_{1U} = 10.8 \text{ T-m} \\ M_{2U} = 13.5 \end{cases}$

U_2 $\begin{cases} N_U = 82 \text{ T} \\ M_{1U} = 20.6 \text{ T-m} \\ M_{2U} = 22.8 \end{cases}$

ستون AB

U_1 $\begin{cases} N_U = 1.25\times 50 + 1.5\times 25 = 100 \text{ T} \\ M_{1U} = 1.25\times 6 + 1.5\times 2 = 10.5 \text{ T-m} \\ M_{2U} = 1.25\times 5 + 1.5\times 3 = 10.8 \end{cases}$

U_2 $\begin{cases} N_U = 0.8(100 + 1.5\times 15) = 98 \text{ T} \\ M_{1U} = 0.8(10.5 + 1.5\times 15) = 26.4 \text{ T-m} \\ M_{2U} = 0.8(10.8 + 1.5\times 15) = 26.7 \end{cases}$

درس سازه‌های بتن‌آرمه — طراحی ستون‌های قاب — برگشت به (16) صفحه (214)

۲- طول مؤثر ستون‌ها

$l_e = K \cdot l_u$

K_b	I/l		
40 × 60 cm	$I_b = 72 \times 10^4$ cm^4	$l = 600$ cm, $K_b = 1200$, $0.5K_b = 600$	cm^3
		$l = 500$ = 1440 = 720	
40 × 50	$= 41.7 \times 10^4$	$l = 600$ = 695 = 347	
		$l = 500$ = 834 = 417	

K_c	I/l ستون		
40 × 40 cm	$I_c = 21.3 \times 10^4$	$l = 400$	$K_c = 533$
40 × 50	$= 41.7 \times 10^4$	"	$= 1042$
40 × 60	$= 72.0 \times 10^4$	"	$= 1800$

۲-۱- ستون AB

$\psi_A = \dfrac{1042 + 1800}{600 + 720} = 2.15$

$\psi_B = \dfrac{2 \times 1042}{347 + 417} = 2.72$

$\rightarrow \begin{cases} K' = 0.86 \\ K'' = 1.7 \end{cases}$

طول مؤثر مهار نشده $l_e = 0.88 \times 4 = 3.5$ m

" مهار شده $= 1.7 \times 4 = 6.8$

۲-۲- ستون CD

$\psi_C = \dfrac{533 + 1042}{600} = 2.63$

$\psi_D = \dfrac{2 \times 533}{347} = 3.10$

$\rightarrow \begin{cases} K' = 0.89 \\ K'' = 1.8 \end{cases}$

مهار نشده $l_e = 0.89 \times 4 = 3.6$

مهار شده $= 1.8 \times 4 = 7.2$

۳- طراحی ستون AB

۳-۱- ترکیب اول بارگذاری

در این ترکیب ستون بار جانبی ندارد و مهار نشده تلقی می‌شود.

$\begin{cases} N_0 = 100 \text{ T} \\ M_{1u} = 10.5 \text{ T.m} \\ M_{2u} = 10.8 \end{cases}$ $\quad \begin{cases} M_{1b} = 10.5 \\ M_{2b} = 10.8 \end{cases}$

$M_c = \delta_b \cdot M_{2b}$

درس سازه‌های بتن‌آرمه — طراحی ستون‌های لاغر — برگ شماره (16) — صفحه (314)

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

$$C_m = 0.6 + 0.4\,\frac{M_{1b}}{M_{2b}} = 0.6 + 0.4 \times \frac{10.5}{10.8} \approx 1.0 \geq 0.4 \quad \checkmark$$

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

$$E_c = 15100\sqrt{f'_c} = 220{,}000 \ kg/cm^2$$

$$I_e = 0.25\, I_g = 0.25 \times 41.7 \times 10^4 = 10.43 \times 10^4 \ cm^4$$

$$l_e = 3.5 \ m$$

$$N_c = \frac{3.14^2 \times 220 \times 10.43 \times 10^4}{350^2} = 1847^{T}$$

$$\delta_b = \frac{1.0}{1.0 - \frac{100}{0.65 \times 1847}} = 1.1$$

$$M_c = 1.1 \times 10.8 = 11.9 \ ^{T\cdot m}$$

ستون در ترکیب اول بارگذاری باید برای بار و لنگر $\begin{cases} N_u = 100^{T} \\ M_c = 11.9^{T\cdot m} \end{cases}$ طراحی شود.

۳ـ۲ـ ترکیب دوم بارگذاری

ستون در طبقه قاب نشده است.

$$\begin{cases} N_u = 98^{T} \\ M_{1u} = 26.6^{T\cdot m} \longrightarrow M_{1b} = 8.4\,, \quad M_{1s} = 18.0 \\ M_{2u} = 26.7 \longrightarrow M_{2b} = 8.6\,, \quad M_{2s} = 18.0 \end{cases}$$

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

الف ـ محاسبه δ_b

ستون مهار نشده فرض می‌شود. محاسبات همانند حالت ترکیب اول بارگذاری است.

$$C_m = 0.6 + 0.4 \times \frac{8.4}{8.6} \approx 1.0$$

$$N_c = 1847^T$$

$$\delta_b = \frac{1}{1 - \frac{98}{0.65 \times 1847}} \approx 1.1$$

ب ـ محاسبه δ_s

ستون‌ها جابجایی نشده دارند

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_u}{\phi_n \Sigma N_c}}$$

ستون AB

$$N_u = 38^T$$

$$l_e = 6.8^m$$

$$N_c = \frac{3.14^2 \times 220 \times 10.43 \times 10^4}{680^2} = 49.0^T$$

ستون CD

$$N_u = 82^T$$

$$l_e = 7.2\ m$$

$$I_e = 0.25 \times 21.3 \times 10^4 = 5.3 \times 10^4\ cm^4$$

$$N_c = \frac{3.14^2 \times 220 \times 5.3 \times 10^4}{720^2} = 222^T$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{2 \times 98 + 2 \times 82}{0.65(2 \times 49.0 + 2 \times 222)}} = 1.64$$

$$M_c = 1.1 \times 8.6 + 1.64 \times 18.0 \Rightarrow 39.0^{T\text{-}m}$$

ستون در ترکیب دو بارگذاری بایه برای بار وارد طراحی شود. $\begin{cases} N_u = 38^T \\ M_c = 39^{T\text{-}m} \end{cases}$

$$e = 39/98 = 0.4\ m$$

$N_u / f_{cd}\, b\, t = 98/1.12 \times 4.0 \times 5.0 = 0.41$ ، $e/t = 4.0/5.0 = 0.8$ ، $d/t = 43/50 = 0.86$

$\longrightarrow \rho_m = 0.78$ ، $\rho_t = 0.78/33.3 = 2.35\%$ ، $A_{st} = 47.0\ Cm^2$

درس سازه‌های بتن‌آرمه — شالوده‌ها — برگ شماره (۱۶) / صفحه (۱۱۲)

ستون با سطح مقطع $40 \times 60\ cm$ در ترکیب عادی بار و لنگر $N \begin{cases} D=150^T \\ L=75^T \end{cases}$ و $M \begin{cases} D=12^{T\cdot m} \\ L=6^{T\cdot m} \end{cases}$ را برشالوده وارد می‌کند. این ستون در هنگام زلزله بار و لنگر $E \begin{cases} N=60^T \\ M=20^{T\cdot m} \end{cases}$ را برشالوده وارد می‌کند. شالوده این ستون را طرح کنید. مقاومت مجاز خاک در محل $\bar{\sigma}_s = 2.8\ Kg/Cm^2$ است. بتن با $f'_c = 160\ Kg/Cm^2$ و فولاد با تنش تسلیم

$f_{cc} = 200$ $\qquad f_y = 4000\ Kg/Cm^2$

۱- تعیین ابعاد شالوده در بهره‌برداری

وزن خود شالوده $W_f = 0.1\, N_{D+L} = 22.8 \to 25^T$ $\qquad N_{D+L} = 150 + 75 = 225^T$

ترکیب عادی:
$$\begin{cases} N_1 = 225 + 25 = 250^T \\ M_1 = 12 + 6 = 18^{T\cdot m} \end{cases}$$

ترکیب با زلزله:
$$\begin{cases} N_2 = 250 + 60 = 310^T \\ M_2 = 18 + 20 = 38^{T\cdot m} \end{cases}$$

$a \times b = 3 \times 4\ m$ $\qquad A_f = 3 \times 4 = 12\ m^2$ $\qquad Z_f = \frac{1}{6} \times 3 \times 4^2 = 8\ m^3$

$$f_{s_1} = \frac{250}{12} \pm \frac{18}{8} = 20.8 \pm 2.3 = \begin{cases} 23.1\ T/m^2 < 25 \\ 18.5 \end{cases}$$

$$f_{s_2} = \frac{310}{12} + \frac{38}{8} = 25.8 \pm 4.8 = \begin{cases} 30.6 < 1.33 \times 25 = 33.3 \\ 21.0 \end{cases}$$

با این ترتیب ابعاد $3 \times 4\ m$ مناسب است.

۲- تعیین ضخامت شالوده

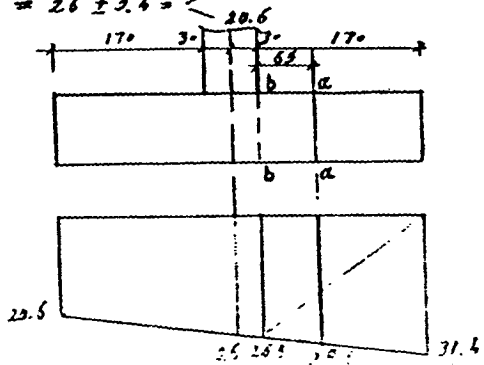
برای برش‌ها:

$$U_1 \begin{cases} N_u = 1.25 \times 150 + (\text{وزن شالوده و خاک روی آن}) + 1.5 \times 75 = 300^T \\ M_u = 1.25 \times 12 + 1.5 \times 6 = 24^{T\cdot m} \end{cases}$$

$$U_2 \begin{cases} N_u = 0.8\,(300 + 1.5 \times 60) = 312 \\ M_u = 0.8\,(24 + 1.5 \times 20) = 43.2 \end{cases}$$

برای U_2 حاکم است. تنش خاک برابر است با:

$$q_s = \frac{312}{12} \pm \frac{43.2}{8} = 26 \pm 5.4 = \begin{cases} 31.4\ T/m^2 \\ 20.6 \end{cases}$$



درس سازه‌های بتن آرمه — شالوده — برگ شماره (17) / (212) صفر

حداقل ضخامت شالوده $t=75\,Cm$ در نظر گرفته شده، $d=65\,Cm$ است. مقدار برش در مقطع $a-a$ برابر حاصل از بارگذاری زیر است.

$$V_{u(a-a)} = \frac{1}{2}(28.6+31.4)\times 1.0\times 3.6 = 31.6\ T/m$$

$$v_c = \frac{V_u}{bd} = \frac{31.6}{1.0\times 0.65} = 48.5\ T/m^2$$

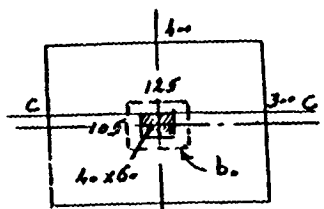
$$v_{cc} = 0.63\sqrt{f_{cc}} = 6.3\sqrt{20} = 8.9\ kg/cm^2 \qquad v_{cd} = 0.6\, v_{cc} = 5.3\ kg/cm^2 = 53\ T/m^2$$

$v_c < v_{cd}$ ضخامت شالوده برای برش بتنی از نظر مناسب است.

برش سوراخ کننده

تنش متوسط زیر سطح b_o

$$f_{sb_o} = 26\ T/m^2$$



$$V_{up} = 312 - 26\times(1.25\times 1.05) = 278^T$$

$$v_p = \frac{V_{up}}{b_o d} = \frac{278}{4.6\times 0.65} = 93\ T/m^2$$

$$b_o = 2(1.25+1.05) = 4.6^m$$

$$v_{pd} = \left(1+\frac{2}{\beta_c}\right) v_{cd} \qquad \beta_c = 6.0/4.0 = 1.5 \qquad v_{pd} = 2.3\, v_{cd}$$

$$v_{pd} = \left(\frac{\alpha_s d}{b_o}+1\right) v_{cd} \qquad \alpha_s = 2.0 \qquad v_{pd} = 3.8\, v_{cd}$$

$$v_{pd} = 2\, v_{cd} \rightarrow v_{pd} = 2\times 53 = 106\ T/m^2$$

مقاومت برش سوراخ کننده بتن

$v_p < v_{pd}$ ضخامت شالوده برای برش سوراخ کننده مناسب است.

وزن شالوده

$$W_f = 4\times 3\times 0.75\times 2.5 = 22.5^T < 25.0^T \quad \text{o.k.}$$

۲- طراحی برای خمش

$$M_{u(b-b)} = \frac{1}{2}\times 26.8\times 1.7\times\frac{1}{3}\times 1.7 + \frac{1}{2}\times 31.4\times 1.7\times\frac{2}{3}\times 1.7 = 43.2\ T\text{-}m/m$$

$$R = M_u/f_{cd}\, b d^2 = 4320/0.12\times 100\times 65^2 = 0.085 \rightarrow \varphi = 0.9 \qquad \rho = 0.032$$

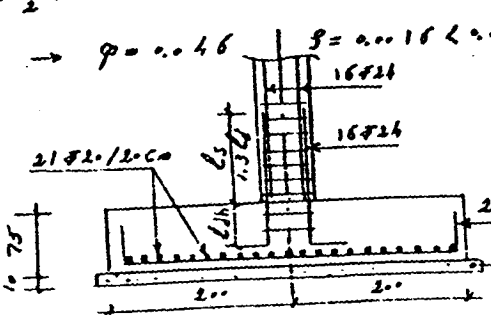
$$\rho_{min} = 0.002 \qquad \rho > \rho_{min} \quad \text{o.k.} \qquad A_s = 0.032\times 100\times 65 = 20.8\ Cm^2$$

$\phi 20/15\ Cm$, $A_s = 21.0$

$$M_{u(c-c)} = \frac{1}{2}(31.4+20.6)\times 1.3^2/2 = 22.0\ T\text{-}m/m$$

$R = 0.044 \rightarrow \varphi = 0.46$ $\quad \rho = 0.0016 < 0.002$ $\quad \rho = 0.002$ $\quad A_s = 13.0\ Cm^2$

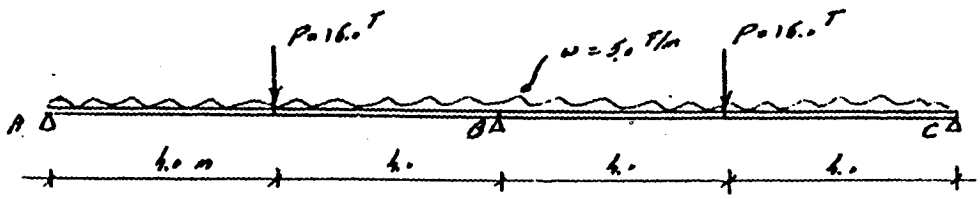
$\phi 20/12.0\ Cm$, $A_s = 15.7\ Cm^2$



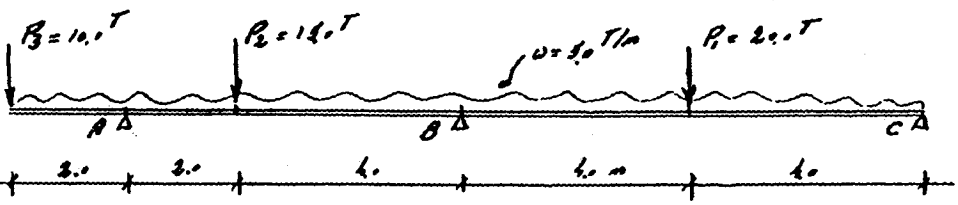
بتن کلاس ۱ (۳۰۰ کیلو) بتن مگر

مسائل مربوط به رسم دیاگرامهای برش و خمش

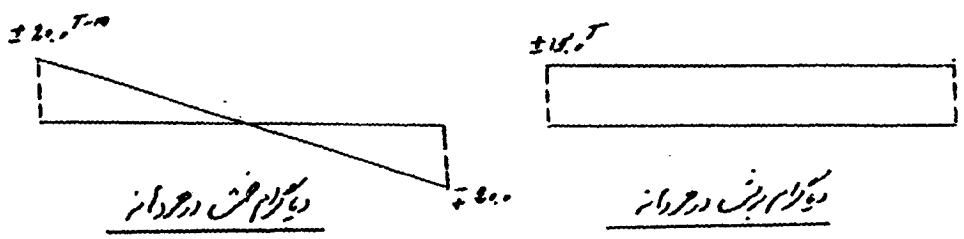
۴- در تیر زیر عکس العمل تکیه‌گاه میانی $R_B = 72.0^T$ است. دیاگرامهای برش و خمش را در تیر رسم کنید.



۵- در تیر زیر مقدار لنگر خمش در تکیه‌گاه B برابر $M_B = -48.9^{T\cdot m}$ است. دیاگرامهای برش و خمش را در تیر رسم کنید.

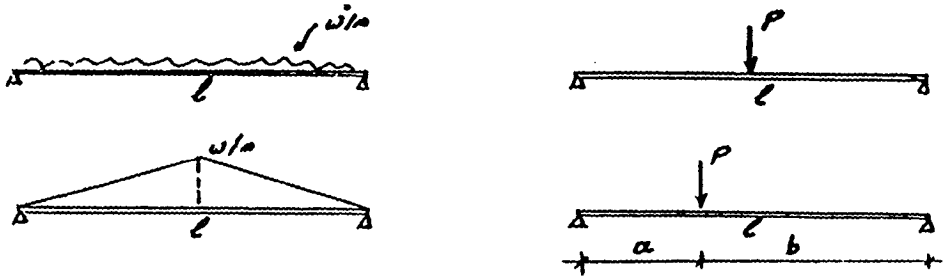


۶- دیاگرامهای رسم شده در مسئله (۵) را در نظر بگیرید و در هر دانه دیاگرامهای برش و خمش زیر را به آن اضافه یا کم کنید. دیاگرامهای حاصل را رسم نمائید.

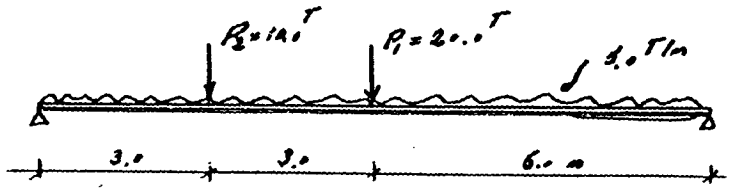


مسائل مربوط به رسم دیاگرام‌های برش و لنگر — برگ شماره صفر

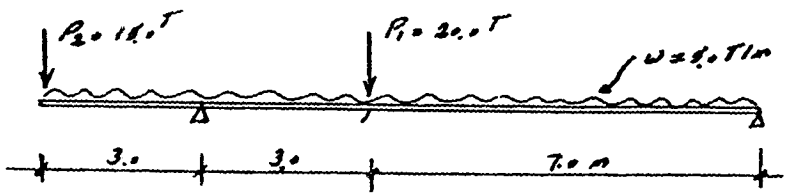
۱- برای هر یک از تیرهای نشان داده شده ابتدا توابع برش و لنگر حاکم را بنویسید و دیاگرام‌های برش و لنگر را رسم کنید. ابتدا عددهای کلی را بنویسید.



۲- در تیر زیر دیاگرام‌های برش و لنگر را رسم کنید.

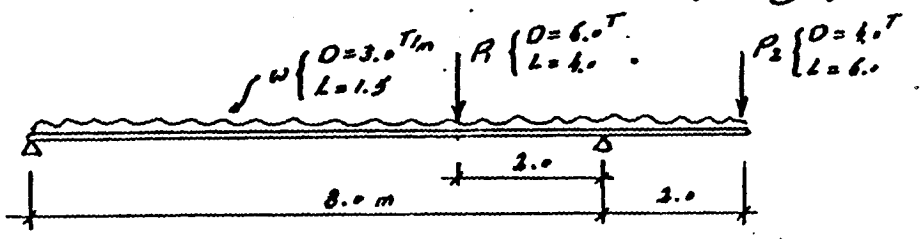


۳- در تیر زیر دیاگرام‌های برش و لنگر را رسم کنید.

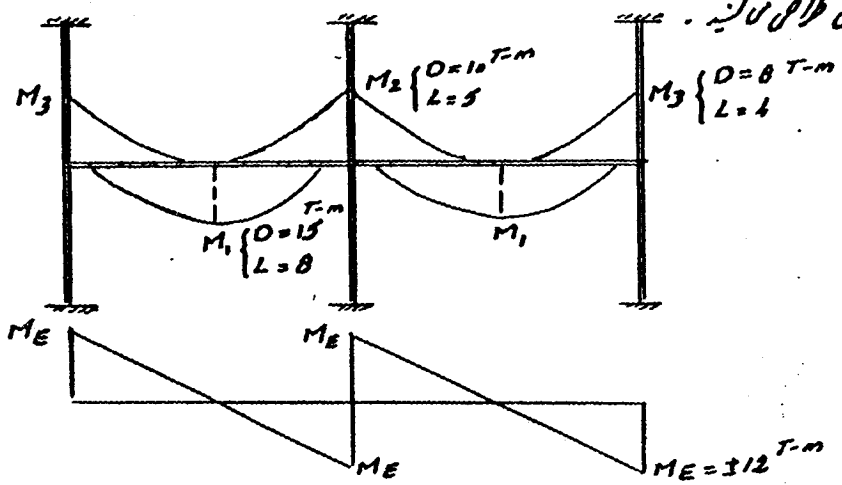


www.vepub.com
Publish Your Mind

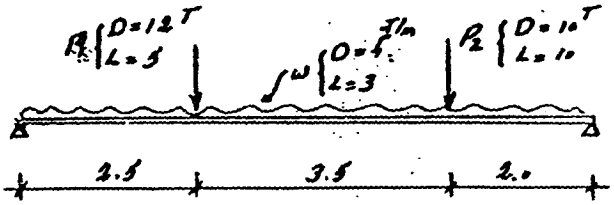
۱- تیر مطابق شکل زیر تحت اثر بارهای سرویس در نظر است. دیاگرام‌های نگرش و توش برش در تیر را در حدنهائی رسم کرده و تعیین کنید تیر را برای چه نگرای خش حداکثر و چه توش برش در طول تیر طرح خواهید نمود.



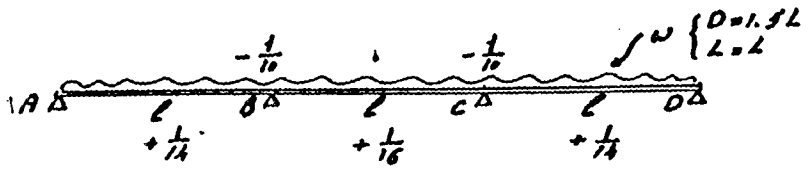
۲- تیر نشان داده شده در شکل زیر "زیرپایی" از یک تاب چند طبقه است. دیاگرام نگرخش در این تیر زیر اثر بارهای مرده و زنده در ترکیب سرویس در شکل نشان داده شده است. زیر اثر بار جانبی زلزال در تیر این تاب نگرای خش مطابق با دیاگرام شکل دوم اثر می کند. تعیین کنید این تیر را برای چه نگرای خش ماکزیمی طراحی می کنید.



۳- تیر ساده زیر تحت اثر بارهای سرویس در نظر است. این تیر در جریان زلزال ناگزیر از تحمل برش ثابتی برابر با $V_E = 12.5^T$ در طول خود است. تعیین کنید تیر را برای چه دیاگرام برش در حدنهائی طراحی می کنید.

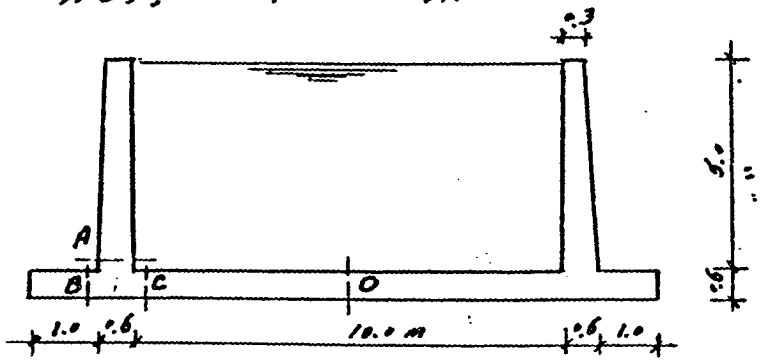


۴- تیر مسطح زیر تحت اثر بار گسترده w در شرایط مسدود قرار دارد. شدت بار مرده یک و نیم برابر شدت بار زنده است. اگر تیر در مقاطع A و C تا درجه تحمل لنگر خمشی منفی $M_{\bar{g}} = 2.5^{T-m}$ و در مقاطع وسط دهانه‌های AB و CD تا درجه تحمل لنگر خمشی مثبت $M_{g}^{+} = 18^{T-m}$ و در مقطع وسط دهانه BC تا درجه تحمل لنگر خمشی مثبت $M_{g}^{+} = 13^{T-m}$ باشد تعیین کنید حداکثر مقدار w را که می‌توان بر تیر وارد کرد. در مقاطع گفته شده مقادیر لنگرهای خمشی را می‌توان از رابطه $M = K w l^2$ تعیین نمود. مقادیر K در مقاطع مختلف روی شکل داده شده‌اند.



۵- ستونی در مقطع دوتایی عمود بر هم در جهات x و y قرار دارد. این ستون در شرایط عادی بارگیری $P \begin{cases} D = 30^{T} \\ L = 30^{T} \end{cases}$ را همراه با لنگرهای خمشی $M_x \begin{cases} D = 8^{T-m} \\ L = 6 \end{cases}$ و $M_y \begin{cases} D = 6^{T-m} \\ L = 3 \end{cases}$ در جهات x و y تحمل می‌کند. وقتی باد در جهت x بر ساختمان اثر کند بر ستون بارهای $\begin{cases} P_w = 20^{T} \\ M_w = 12^{T-m} \end{cases}$ و وقتی باد در جهت y بر ساختمان اثر کند بر ستون بارهای $\begin{cases} P_w = 18^{T} \\ M_w = 10^{T-m} \end{cases}$ وارد می‌شود. تعیین کنید این ستون را برای چه بارهائی طراحی می‌کنید.

۶- شکل نشان داده شده در زیر مقطع یک مخزن آب مکعب مستطیل شکل است. یک دیوار یک متری از این مخزن را در نظر گرفته و تعیین کنید مقاطع A و B و C و D از این دیوار را در حالت نهائی برای چه بارهائی طراحی می‌کنید. وزن مخصوص متن کره را $2.5\ T/m^3$ در نظر بگیرید. فشار وارده بر خاک در زیر مخزن یکنواخت فرض می‌شود.



مسائل ستون‌های کوتاه زیر اثر بارگذاری

در مسائل زیر $f'_c = 200\ kg/cm^2$ و $f_y = 3000\ kg/cm^2$ منظور میگردد.

۱- ستون با مقطع دایره بقطر $D = 40\ cm$ با 3٪ فولاد تقویت شده است. این ستون در شرایط عادی بار P $\begin{cases} D = 50\ cm \\ D = 40\ cm \end{cases}$ را تحمل میکند. مقدار تنش در بتن و در فولاد را در حالات زیر تعیین کنید:

الف - در شرایط عادی تحت اثر بار P

ب - تحت اثر بار زلزله $1.6P$

تعیین کنید که با براساس کدام یک از "آیا" بارگذاری شده در بند (ب) را می‌توان بر این ستون وارد کرد یا نه؟ ضرایب اطمینان موجود در طرح ستون را در حالت (الف) بدست آورید.

۲- ستون با مقطع مربع به ضلع $50\ cm$ در نظر است. بر این ستون در حالت عادی بار $P = 240\ t$ که ناشی از بار مرده و زنده به نسبت 2/1 است وارد می‌آید. میزان فولاد لازم برای این ستون را در دو حالت زیر تعیین کنید:

الف - براساس ضوابط آیین نامه "آیا"

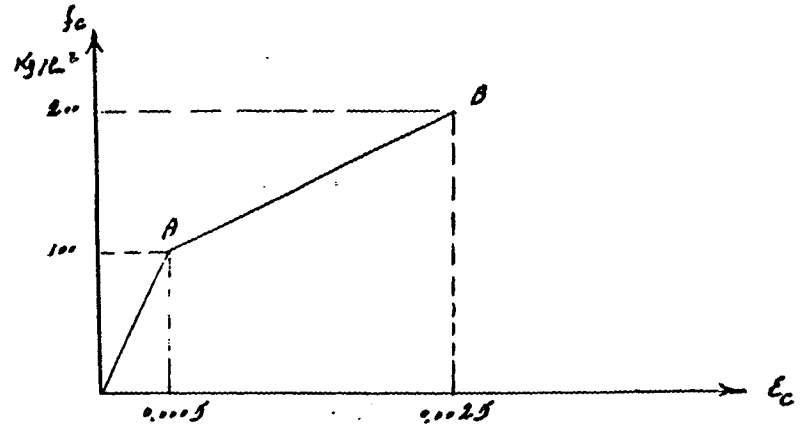
ب - با شرط آنکه ضرایب برودی مقاومت بتن ضریب اطمینان 2.2 و برودی مقاومت فولاد ضریب اطمینان 3 داشته باشیم.

در هر دو حالت ضریب اطمینان کل طرح را پیدا کنید.

۳- ستون با مقطع مربع به ضلع $40\ cm$ با $12\ \phi\ 20$ تقویت شده است. بار وارده بر این ستون در حالت عادی چنان است که ستون دارای ضریب اطمینان کلی برابر 1.36 در طرح است. بار وارد را تعیین کرده و تنش‌های موجود در بتن و فولاد را تحت اثر این بار بدست آورید. بیان کنید چه ضرایب اطمینانی بر برودی تنش‌های بتن و فولاد موجود است.

۴- ستون با مقطع مربع طرح کنید که با 2% فولاد بارگذاری $P\begin{cases}D=140^T\\L=70^T\end{cases}$ را تحمل نماید. پس از طرح ستون میزان تنش در بتن و فولاد را زیر اثر بارهای تعیین کرده و میزان ضرایب اطمینان موجود در مقاومت‌های بتن و فولاد را بدست آورید. چنانچه بخواهیم ستون بار $1.5P$ را در تنش در بتن برابر 1.1 برابر تنش بتن در حالت قبل تحمل کند، میزان فولاد لازم چه اندازه خواهد بود؟ میزان فولاد را در دو حالت فوق مقایسه کرده و دلیل تفاوت آن دو را بیان نمائید.

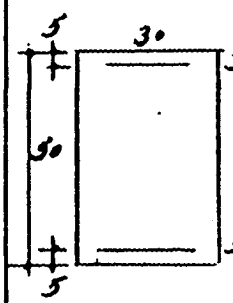
۵- ستون با مقطع مربع طرح کنید که با 2% فولاد توانند بارگذاری سرویس $P\begin{cases}D=110^T\\L=50^T\end{cases}$ را تحمل نماید. تعیین کنید مدول ارتجاعی برای سرویس و نیز برای نهائی چه تنش‌هائی در بتن و فولاد بوجود می‌آید. منحنی مکانیکی بتن را بصورت دو خطی زیر فرض کنید. منحنی مکانیکی فولاد الستو-پلاستیک است.



۶- ستون با مقطع مربع طرح کنید که با 2% فولاد بارگذاری $P\begin{cases}D=80^T\\L=60^T\end{cases}$ را در حد نهائی تحمل کند و در ترکیب بارگذاری سرویس تنش‌ها از مقادیر $\begin{cases}f_c=90\ Kg/Cm^2\\f_s=800\end{cases}$ تجاوز نکنند. تحت اثر چه بارهای کرنش در فولاد در حد سرویس به $\frac{2}{3}f_y$ میرسد؟ مقادیر تنش در بتن و فولاد را در این وضعیت محاسبه کرده و با مقادیر نظیر در حالت قبل مقایسه نمائید. کدام تنش‌ها در این دو وضعیت متناسب با بارها هستند یا نه؟ در هر حالت دلیل آنرا بنویسید.

مسائل مربوط به آنالیز تیرها با مقطع مربع مستطیل

۱- تیری با مقطع مربع مستطیل مطابق شکل زیر در نظر است. تعیین کنید حداکثر تنش در بتن و در فولاد را در شرایط زیر:



الف - تیر تحت اثر لنگر خمش $M = 3.0$ T-m قرار می‌گیرد

ب - " " $M = 10.0$ " " " " "

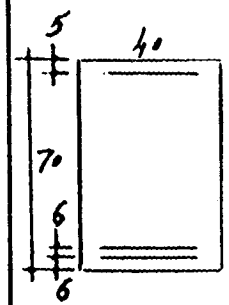
ج - " " $M = 20.0$ " " " " "

د - تعیین کنید این تیر تحت اثر چه لنگر خمشی ترک می‌خورد.

ه - لنگر خمشی مقاوم نهائی تیر را تعیین کنید.

$f_{cc} = 200$ Kg/Cm² $\quad f_y = 2400$ Kg/Cm²

۲- تیری با مقطع مربع مستطیل مطابق شکل زیر در نظر است. لنگر خمشی مقاوم نهائی تیر را در حالات گوناگون گذاری زیر بدست آورید:



الف - $A_s = 6 \phi 30$ تک ردیف $\quad A_s' = 0$

ب - " $A_s =$ " " $\quad A_s' = 4 \phi 30$

ج - $A_s = 12 \phi 30$ دو ردیف $\quad A_s' = 6 \phi 30$

د - " $A_s =$ " " $\quad A_s' = 0$

$f_{cc} = 200$ Kg/Cm² $\quad f_y = 4000$ Kg/Cm²

۳- تیری با مقطع مربع مستطیل با ابعاد 40×50 Cm در نظر است. میزان آرماتور کششی تیر را طوری تعیین کنید که در حد بارگذاری عادی میزان کرنش در فولاد یک دهم برابر حداکثر کرنش در بتن فشاری باشد. چنانچه تحت اثر بارگذاری عادی تنش در فولاد کششی برابر با 1200 Kg/Cm² باشد، لنگر خمشی وارده بر تیر چه اندازه است؟

$f_{cc} = 200$ Kg/Cm² $\quad f_y = 2400$ Kg/Cm²

۴- تیری با تکیه‌گاه‌های ساده زیر اثر بار یکنواخت w $\{D=2L$ قرار دارد. دهانه تیر $8.0\ m$ است. مقطع تیر مربع مستطیل به ابعاد $30\times 50\ cm$ است و با آرماتور کششی $6\#20$ تقویت شده است. تعیین کنید:

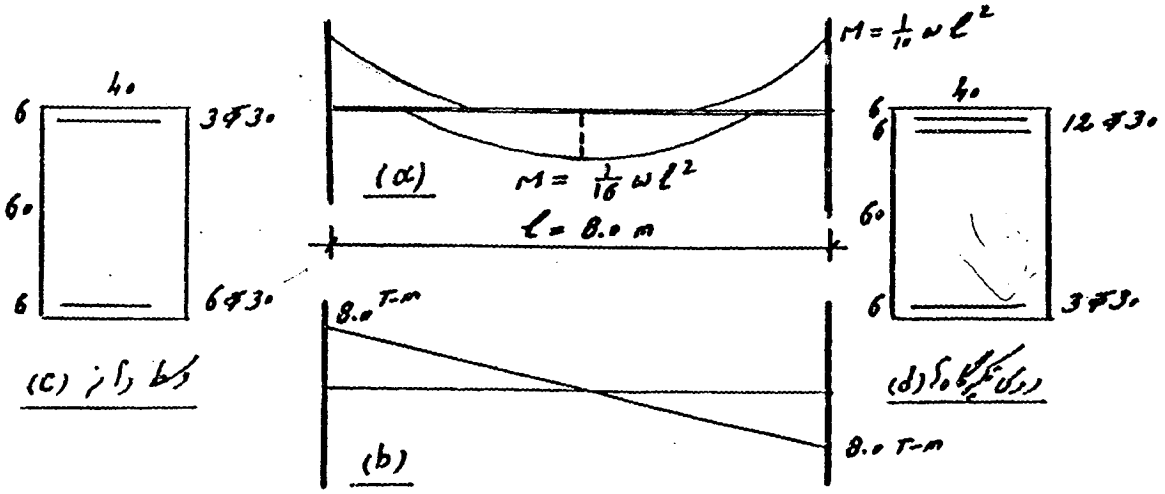
الف - حداکثر مقدار w را که در شرایط عادی توان به تیر وارد کرد.

ب - حداکثر مقدار w را با شرط آنکه در شرایط عادی ضرایب اطمینان موجود برروی مقاومت‌های بتن و فولاد حداقل برابر با 2.0 باشد.

ج - اگر بخواهیم درصدهائی میزان کرنش در فولاد کششی دو برابر حداکثر کرنش در بتن فشاری باشد مقدار فولاد را باید به چه اندازه تغییر دهیم؟ در اینصورت مقدار w چه اندازه خواهد بود.

$f_{cc}=200\ Kg/Cm^2$ $\qquad$ $f_y=2400\ Kg/Cm^2$

۵- دیاگرام لنگر خمشی در تیری از یک قاب زیر اثر بار گرانبی w $\{D=2L$ مطابق شکل (a) است. این تیر زیر اثر بار جانبی زلزله ناگزیر از تحمل لنگرهای خمشی مطابق دیاگرام شکل (b) است. مقاطع تیر و نحوه آرماتورگذاری آن در اشکال (c) و (d) نشان داده شده‌اند. تعیین کنید حداکثر مقدار w را که میتوان بر این تیر وارد کرد.



$f_{cc}=200\ Kg/Cm^2$ $\qquad$ $f_y=4000\ Kg/Cm^2$

مسائل مربوط به طرح تیرهای با مقطع مربع مستطیل

برگ شماره 4D

در مسائل زیر $f'_c = 200\ kg/cm^2$ و $f_y = 3000\ kg/cm^2$ منظور می‌گردند.

۱- تیری با مقطع مربع مستطیل با ابعاد $40 \times 60\ cm$ در نظر است. مقدار آرماتورهای لازم در این تیر را در حالات زیر محاسبه کرده و رسم کنید:

الف- تیر در حد نهائی باید لنگر خمشی $M_u = 10\ T\text{-}m$ را تحمل کند.

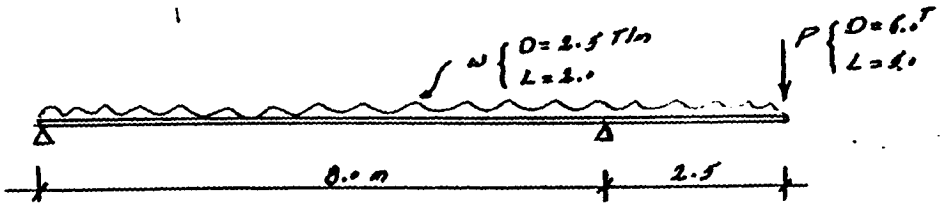
ب- " " " " " $M_u = 20$ "

ج- " " " " " $M_u = 50$ "

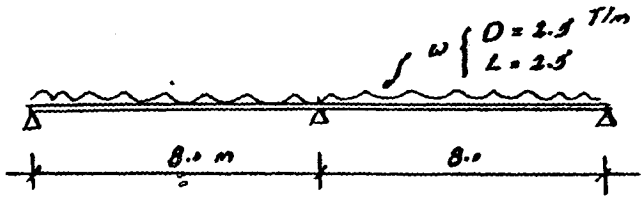
د- اگر در حالت (ج) نخواهیم بدون بکار گیری آرماتور فشاری ارتفاع تیر محدود باشد، چه مقدار آرماتور کششی باید بکار ببریم و ارتفاع تیر چه اندازه خواهد بود؟

در تمام موارد فوق آرماتورها را انتخاب کنید و در مقطع تیر نشان دهید.

۲- تیر نشان داده شده در زیر دارای مقطع مربع مستطیل با ابعاد $40 \times 60\ cm$ است. تیر را برای خمش طراحی کرده و آرماتورگذاری آنرا در طول و در مقطع نشان دهید.

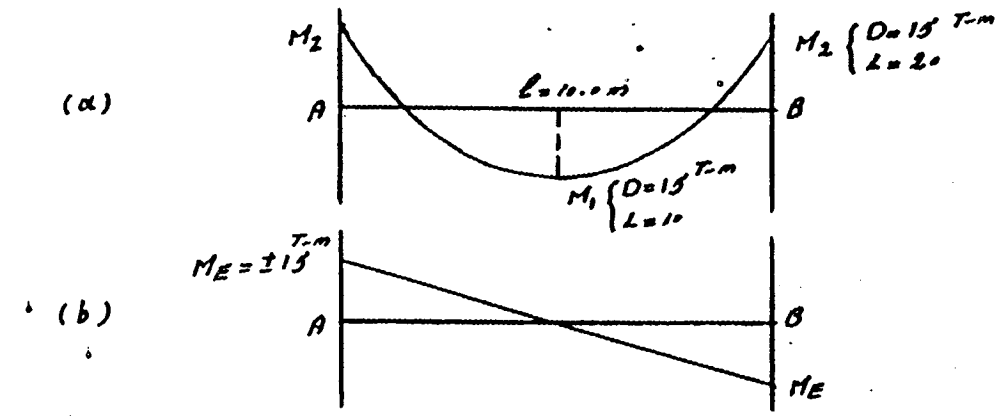


۳- تیر دوطرفه زیر تحت اثر بارهای مرده و زنده در نظر است. لنگر خمشی منفی روی تکیه‌گاه از رابطه $M^- = \frac{1}{8} w l^2$ و لنگر خمشی مثبت وسط هر یک از دهانه‌ها از رابطه $M^+ = \frac{1}{14} w l^2$ قابل محاسبه است. تیر را برای خمش طراحی کنید و آرماتورگذاری آنرا نشان دهید.

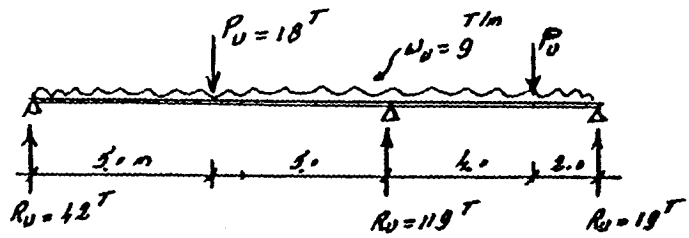


مسائل مربوط به طرح تیرای با مقطع مرکب مستطیل

۴- دیاگرام لنگرخش در تیر AB از یک تاب در شرایط بارگذاری سرویس مطابق شکل (a) و زیر اثر بار جانبی زلزله مطابق شکل (b) است. مقطع تیر 40x60 cm انتخاب شده است. تیر را برای خمش طراحی کرده و آرماتورگذاری کنید.



۵- تیر دودانه زیر تحت اثر بارهای نهائی در نظر است. عکس العمل های تکیه گاه ها در حد نهائی نیز داده شده اند. دیاگرام لنگرخش در طول تیر را رسم کرده و ارتفاع حداقل تیر را برای لنگرخش مثبت ماکزیمم بدست آورید. آرماتورهای لازم تیر را در سایر مقاطع تعیین کرده و آرماتورگذاری کنید. عرض مقطع 50 cm است.



۶- تیر ساده ای با دهانه $\ell = 10.0$ m در شرایط عادی بار میگیرد {D=4 T/m, L=2} w را حمل با بار متمرکز P {D=6 T, L=4} در وسط دهانه تحمل می کند. مقطع تیر را چنان تعیین کنید که روابط زیر برقرار باشد:

الف- آرماتور کششی در تیر حداقل باشد.

ب- آرماتور کششی در تیر حداکثر باشد و آرماتور فشاری وجود نداشته باشد.

ج- آرماتور فشاری در تیر 30٪ آرماتور کششی باشد.

د- در حد نهائی خط خنثی در فاصله $c = \frac{d}{3}$ قرار گیرد.

مسائل مربوط به آنالیز و طرح تیرهای T

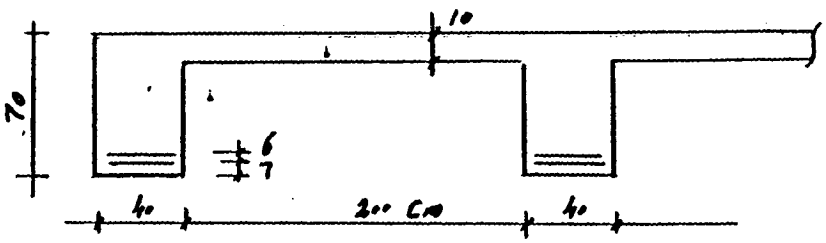
در مسائل زیر $f'_c = 200\ kg/cm^2$ و $f_y = 4000\ kg/cm^2$ منظور می‌گردد.

۱- مقطع یک سیستم تیر-دال مطابق شکل زیر پیوسته شده است. لنگر خمشی مقاوم نهائی تیرهای را در حالات زیر بدست آورید:

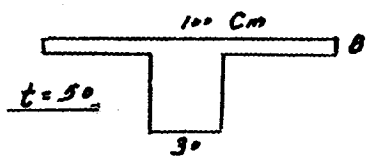
الف- تیرهای با $6 \# 30$ در یک ردیف تقویت شده است.

ب- تیرهای با $12 \# 30$ در دو ردیف تقویت شده است.

طول دانه تیرها را $8.0\ m$ منظور نمائید.



۲- تیر T زیر که از یک سیستم تیر-دال بدست آورده شده است، در نظر است. مقدار آرماتور کششی تیر را طوری تعیین کنید که در مرحله دوم آنالیز خط خنثی در محل تلاقی بال و جان تیر قرار گیرد. سپس لنگر خمشی وارد بر تیر را طوری تعیین کنید که در شرایط عادی بر روی مقاومت بتن ضریب اطمینان 3.0 و بر روی مقاومت فولاد ضریب اطمینان 1.0 داشته باشیم. حداکثر لنگر خمشی نهائی تیر را تعیین کرده و ضریب اطمینان کلی تیر را بدست آورید.



۳- تیرهای میانی سیستم تیر-دال مسئله (۱) را در نظر گرفته و فولاد لازم در آنرا در حالات زیر بدست آورید:

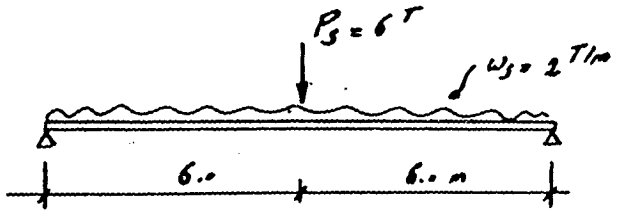
الف- با تیر لنگر خمشی نهائی $M_U = 20\ T\text{-}m$ وارد می‌شود

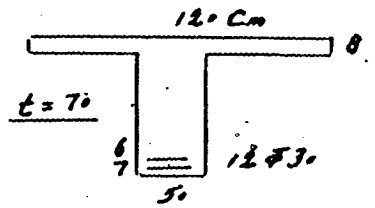
ب- " " " $M_U = 75$ " " "

ج- " " " $M_U = 200$ " " "

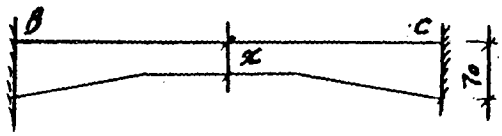
مسائل مربوط به آنالیز و طرح تیرهای T — برگ شماره 50

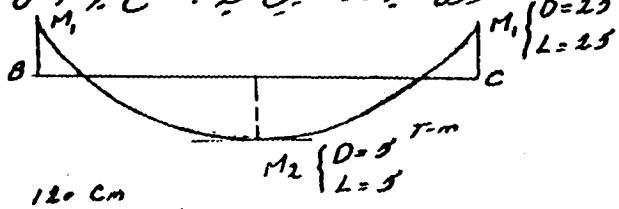
۴- تیر زیر در شرایط عادی بارهای نشان داده شده را تحمل می‌کند. بارهای مرده و زنده مساوی‌اند. ضرایب اطمینان کل موجود در طرح تیر و ضرایب اطمینان موجود بر روی تنش‌های بتن و فولاد را تعیین کنید.

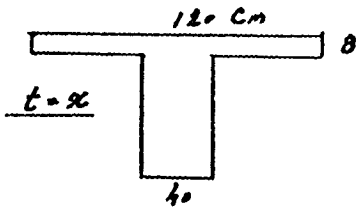




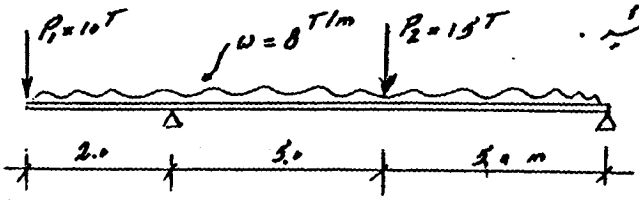
۵- دیاگرام تنش‌های حدی روی تیر BC مطابق شکل زیر است. مقطع تیر مستطیل است و ارتفاع تیر روی تکیه‌گاه C، 70 Cm است. تیر در روی تکیه‌گاه C از تحمل لنگر اضافی 25 T-m در جهت زیر قادر است. ارتفاع تیر را در وسط دهانه طوری انتخاب کنید که تیر با حداکثر فولاد تا در بر تحمل لنگر داشته باشد. فولادهای را در وسط دهانه در روی تکیه‌گاه C تعیین کنید. مقطع تیر به شکل با ابعاد نشان داده شده است.

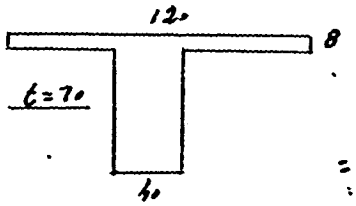






۶- تیر زیر با مقطع T شکل در نظر است. بارهای وارده به تیر در حد نهائی‌اند. تیر را برای برش طراحی کنید و کارهای آرماتورگذاری را نمائید.



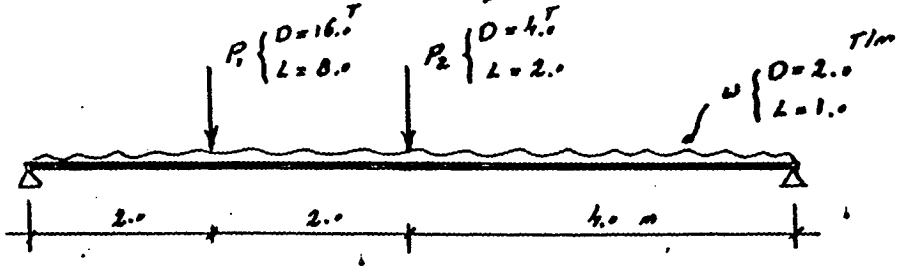


www.vepub.com
Publish Your Mind

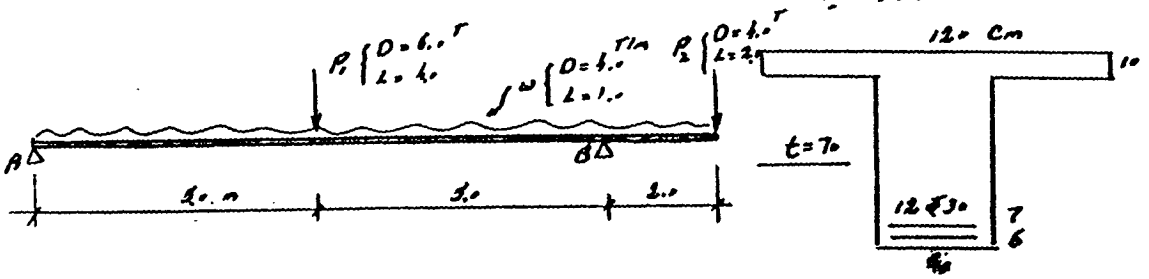
مسائل مربوط به طرح تیرها برای برش و پیچش

در مسائل زیر $f'_c = 200\ kg/cm^2$ و $f_y = 3000\ kg/cm^2$ منظور می‌گردد.

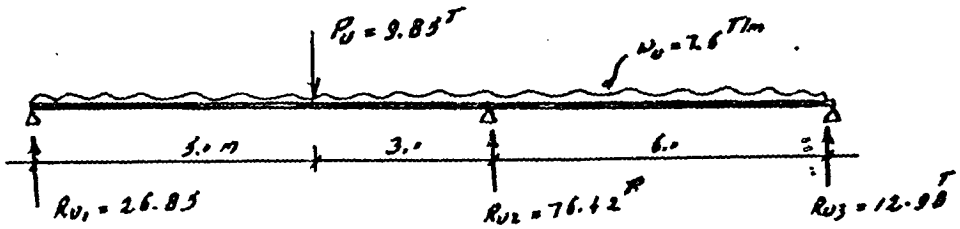
۱- تیر ساده زیر دارای مقطع مربع مستطیل با ابعاد $(d = 40\ cm)$ 50×50 است و با $14\phi 30$ تقویت شده است. بارهای نشان داده شده در شرایط عادی اند. تیر را برای برش طرح کرده و خاموت گذاری کنید. دیاگرام برش را بصورت پلکانی در نیاورید و سعی کنید حداکثر خاموت را بکار ببرید. در راه حل دوم دیاگرام برش را بصورت پلکانی در نظر بگیرید ولی برای مقاومت بتن از رابطه دقیق آن استفاده کنید.



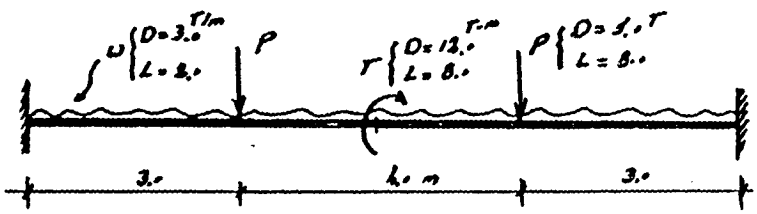
۲- تیر AB زیر اثر بارهای مرده و زنده نشان داده شده است. مقطع تیر تشکیل T نشان داده شده است. این تیر در محلی وقوع زلزله در ناحیه AB ناگزیر از تحمل برش ثابت $V_E = 30^T$ است. تیر را برای برش طرح کرده و کارهای گذاری کنید.



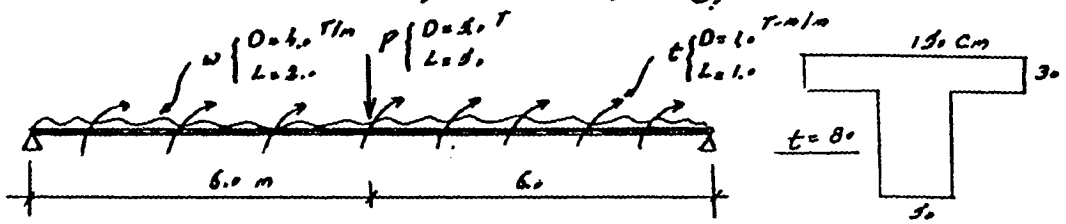
۳- تیر دوطرفه زیر تحت اثر بارهای نشان داده شده است. مقطع تیر مربع مستطیل با ابعاد $(d = 50\ cm)$ 60×60 است. این تیر زیر اثر بار جانبی زلزله با نیروی برش $V_E = 30^T$ در شرایط عادی تحمل کند. تیر را برای برش طرح کرده و کارهای گذاری کنید. مشدت بار مرده و زنده برابر شدت بار زنده در نظر بگیرید.



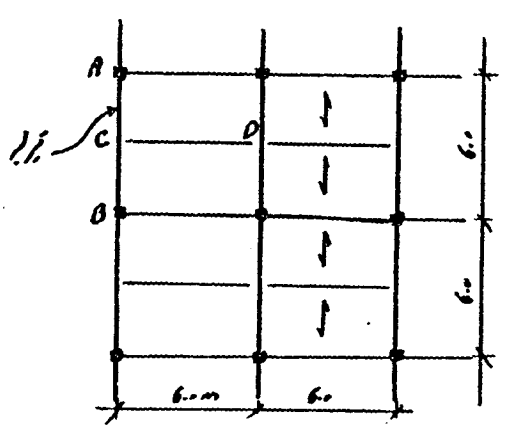
۴- تیر دو سر گیردار زیر در شرایط عادی بارهای نشان داده شده را تحمل می‌کند. مقطع تیر مربع مستطیل با ابعاد $60 \times 60\ (d = 70)\ Cm$ است. تیر را برای برش و پیچش طراحی کنید و کارهای لازم را گزارش نمائید.



۵- تیر دو سر گیردار زیر در شرایط عادی بارهای نشان داده شده را تحمل می‌کند. مقطع تیر T شکل با ابعاد نشان داده شده است. تیر را برای برش و پیچش طراحی کنید و کارهای لازم را گزارش نمائید.



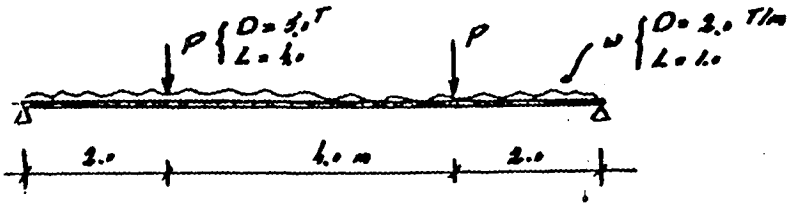
۶- پهلوی زیر قسمتی از یک سقف تخت کارخانه است که با سیستم تیرچه و بلوک پوشانده می‌شود. شدت بار وارده به سقف در شرایط عادی $w \begin{cases} D = 800\ Kg/m^2 \\ L = 400 \end{cases}$ است. ابعاد تیرهای اصلی $30 \times 60\ (d = 50)\ Cm$ و ابعاد تیرهای فرعی $30 \times 60\ Cm$ و ابعاد تیرچه‌ها $12 \times 40\ Cm$ است. تعیین کنید تیر AB را برای برش و پیچش طراحی می‌کنید و طرح آن چگونه است؟ تیر CD برای کدام یک از تیرهای فوق طراحی می‌شود؟



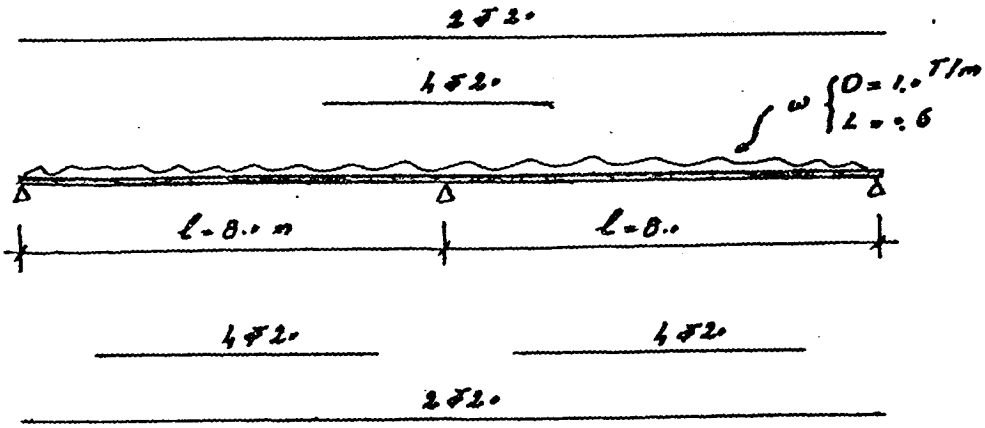
مسائل مربوط به محاسبه انحنا، گی و ترک خوردگی

در مسائل زیر $f_c = 200\ Kg/Cm^2$ و $f_y = 4000\ Kg/Cm^2$ منظور می‌گردد.

۱- تیر ساده زیر در زیر اثر بارهای مرده‌ای نشان داده شده است. مقطع تیر مربع مستطیل با ابعاد $40 \times 60\ Cm$ است. تیر را برای خمش طراحی کرده و میزان انحنا، گی آنی و درازمدت آنرا محاسبه نمائید. مقادیر محاسبه شده را با مقادیر مجاز کنترل نمائید. همچنین فاصله ترک‌ها را می‌توان پیش‌بینی و تعیین کنید.



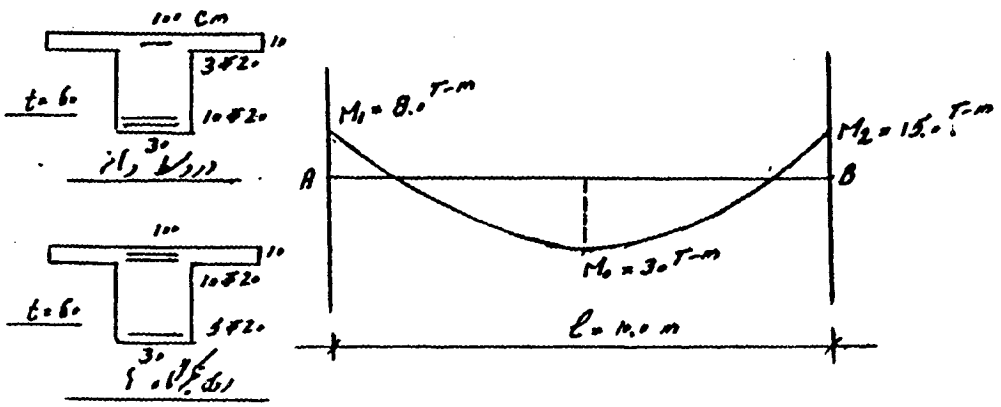
۲- تیر دوطرفه زیر تحت اثر بارهای مرده‌ای نشان داده شده است. مقطع تیر با شکل مربع مستطیل با ابعاد $30 \times 50\ Cm$ است. کابل‌گذاری در تیر مطابق شکل نشان داده شده است. اگر لنگر خمشی مثبت وسط دهانه از رابطه $M^+ = \frac{1}{8} w l^2$ و لنگر خمشی منفی وسط دهانه از رابطه $M^- = \frac{1}{14} w l^2$ قابل محاسبه باشد، انحنا، گی آنی و درازمدت تیر را بدست آورید. فاصله ترک‌ها را در وسط دهانه محاسبه نمائید.



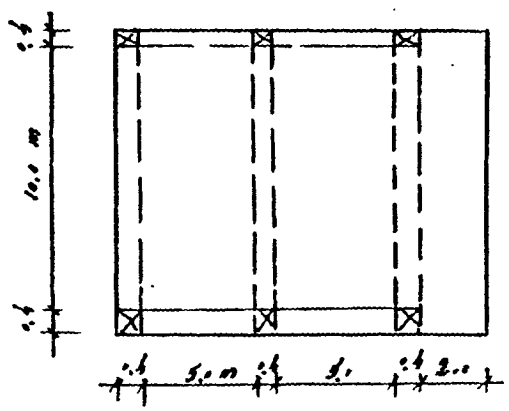
۳- دیاگرام لنگر خمش در تیر AB از یک تاب زیاد بارهای مرده بین مطابق شکل زیر است. بارهای زنده دو برابر بارهای زنده‌اند. مقطع تیر به شکل T است و مطابق اشکال نشان داده شده آرماتورگذاری شده است. مقدار افتادگی تیر را از رابطه:

$$\Delta = \frac{\ell^2}{EI}\left[\frac{5}{48}M_0 - \frac{1}{96}(M_1+M_2)\right]$$

قابل محاسبه است. صحت رابطه فوق را تحقیق کنید و مقدار افتادگی آنی و درازمدت تیر را بدست آورید.

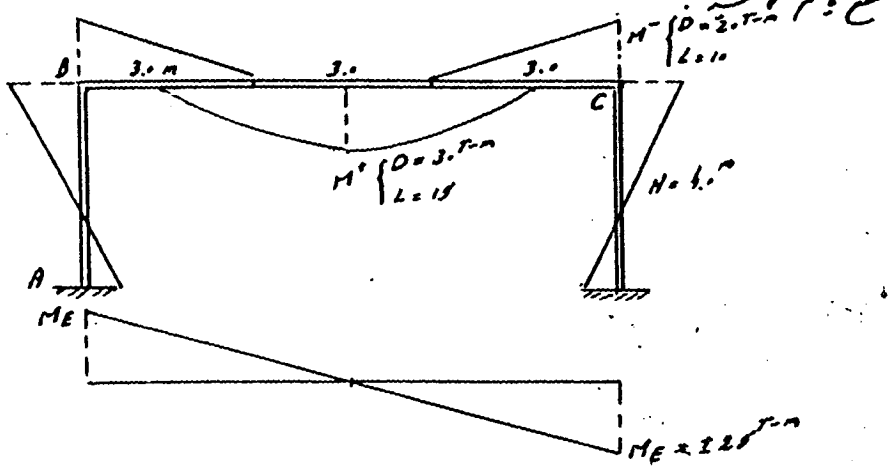


۴- سقفی مطابق شکل زیر با بتن تیر-دال پوشانده شده است. دال‌ها بصورت یکطرفه کار می‌کنند. یک نوار یک متری از این دال‌ها را می‌توان به صورت یک تیر یکسره مدل کرده طراحی نمود. ضخامت دال 15cm است و بار وارده بر آن $\begin{cases} D = 700 \text{ kg/m}^2 \\ L = 300 \end{cases}$ است. دال را برای خمش طراحی کنید و کارآرماتورگذاری نمایید. افتادگی آنی و درازمدت دال را در یکی از دهانه‌های کنار محاسبه نمایید. ترک خوردگی دال را در دو مقطع بحرانی کنترل کنید.

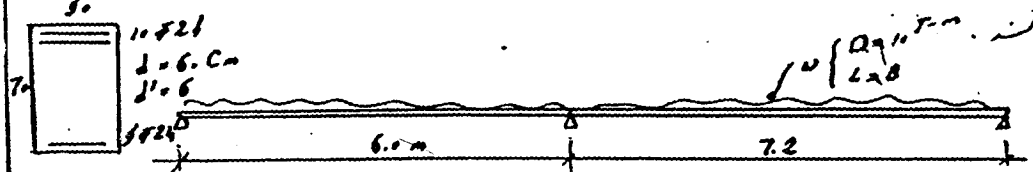


مسائل مربوط به کار آزمایی و تغییرات بار وارده

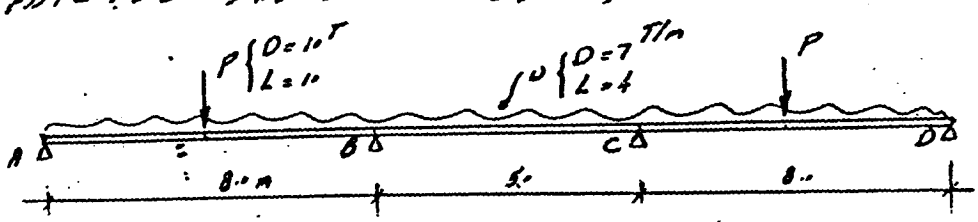
۴- تیر BC در قاب زیر در نظر است. دیاگرام لنگرخش در تیر زیر اثر بارهای مرده و زنده و تیر زیر اثر بار متمرکز در وسط دهانه داده شده است. مقطع تیر را طوری تعیین کنید که بر روی تکیه‌گاه‌ها میزان کار آزمایی برابر ۱۰۰ باشد. تیر را برای خمش طراحی کرده و بارهای کار آزمایی کنید. کار آزما را در مقاطع لازم قطع یا خم نمایید.



۵- دیاگرام لنگرخش در تیر زیر را با در نظر گرفتن تغییرات بار وارده رسم کنید و نتایج بدست آمده را با ضرائب دان در تیرا مقایسه نمائید. اگر مقطع تیر روی تکیه‌گاه بصورت نشان داده شده در شکل باشد، بیشینه کار آزمای دان در میان دان روی تکیه‌گاه تقریباً دارای چه مقدار آن جهت راست. در این صورت مقدار لنگرخش مثبت در تیر چگونه تغییر می‌کند.



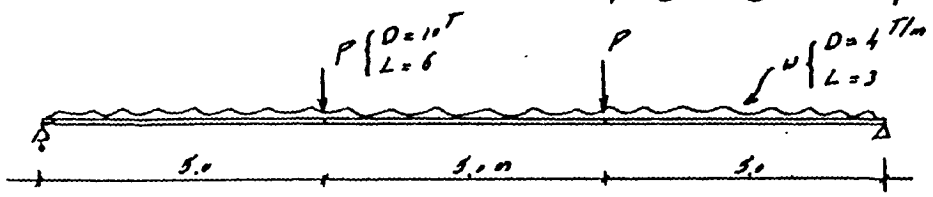
۶- دیاگرام لنگرخش در تیر را با در نظر گرفتن تغییرات بار وارده رسم کنید. سپس از رسم دیاگرام مقدار لنگرخش مثبت در تکیه‌گاه B را بدست آورید. بزرگ تغییر دهنده و تغییرات لنگرخش مثبت در دهانه‌های AB و BC را بدست آورید.



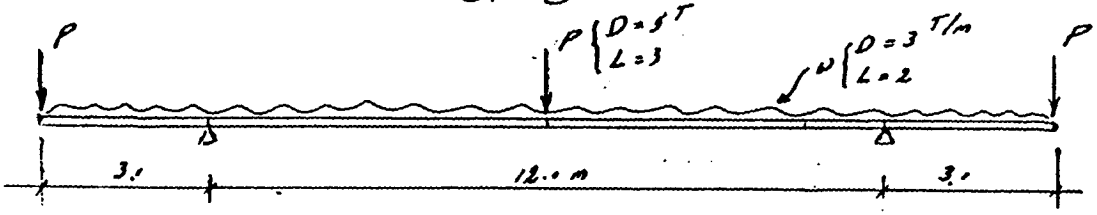
مسائل مربوط به کار آزمایشگاهی تیرهای بارزنده — برگ شماره ۵۵

در مسائل زیر $f'_c = 200\ kg/cm^2$ و $f_y = 4000\ kg/cm^2$ منظور گردد

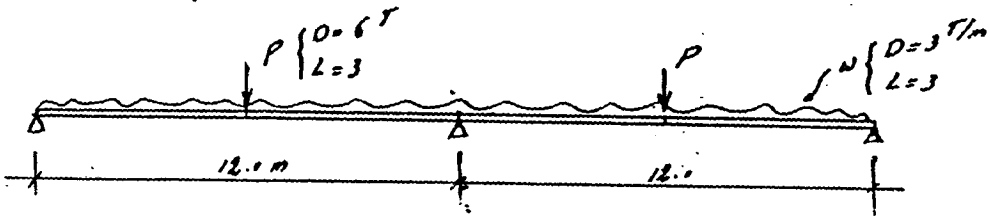
۱- تیر زیر تحت اثر بارهای مرده و زنده است. ابعاد تیر را طوری تعیین کنید که تیر نیازی به کار آزمایشگاهی نداشته و ارتفاع کمی حداقل باشد. تیر را برای خمش طراحی کرده و محل بارهای کار آزمایشگاهی را نشان دهید. کار آزمایشگاهی را برای سه گروه تقسیم کرده و در مقاطع لازم قطع یا خم نمایید.



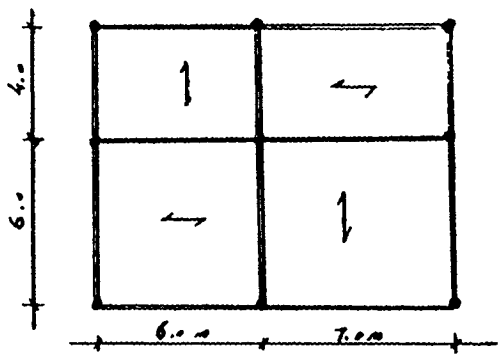
۲- تیر زیر تحت اثر بارهای مرده و زنده است. دیاگرام لنگر خمش در تیر را با در نظر گرفتن تیرات بارزنده رسم نمایید. سپس مقطع تیر را طوری در نظر بگیرید که در وسط دهانه تیر ارتفاع حداقل باشد. تیر را برای خمش طرح کرده و محل بارهای کار آزمایشگاهی نمایید. کار آزمایشگاهی را در مقاطع لازم قطع یا خم نمایید.



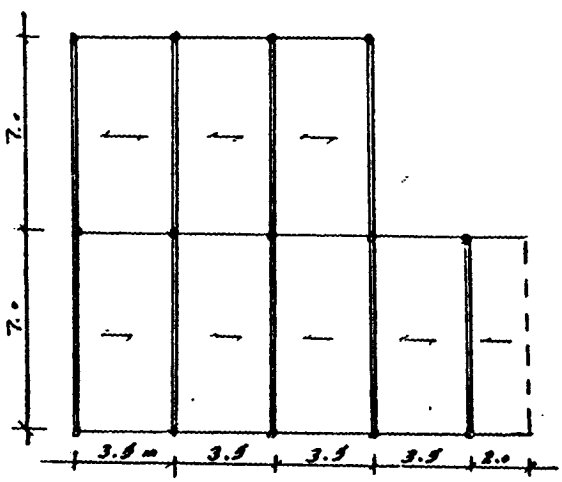
۳- تیر زیر تحت اثر بارهای مرده و زنده است. دیاگرام لنگر خمش در تیر را با در نظر گرفتن تیرات بارزنده رسم کنید. مقطع تیر را طوری در نظر بگیرید که بر روی تکیه‌گاه میانی میزان کار آزمایشگاهی برابر ۲۰٪ کار آزمایشگاهی باشد. تیر را برای خمش طراحی کرده و محل بارهای کار آزمایشگاهی را نشان دهید. کار آزمایشگاهی را در مقاطع لازم قطع یا خم نمایید.



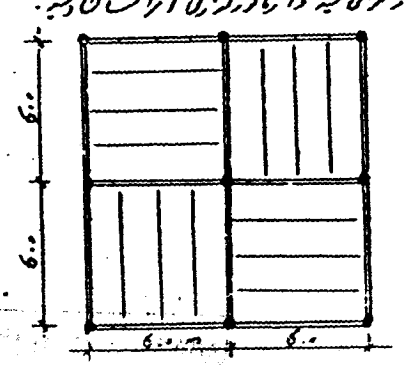
۴- پلان زیر مفروض به سقف یک ساختمان مسکونی است که با سازنده فولادی ساخته می شود. کلیه تیرها 2IPE240 اند. سقف با بتن تیرچه و بلوک پوشانده می شود. تیرچه ها را طرح کنید و شکل تیرچه گذاری و کارگذاری سقف را رسم نمائید.

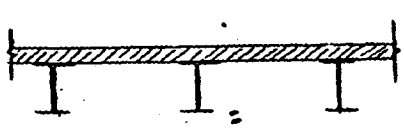


۵- پلان زیر مفروض به یک سقف بتن آرمه است که با دال بتنی مسلح پوشانده می شود. تیرهای اصلی دارای مقطع 30 x 60 Cm و تیرهای فرعی دارای مقطع 30 x 40 Cm اند. ضخامت دال را تعیین کرده و آنرا برای فرض طراحی نمائید. کارگذاری دال را در پلان دوم مستقل رسم نمائید.



۶- پلان زیر مفروض به یک سقف فولادی است که با دال بتنی مسلح بتن آرمه بصورت مرکب با تیرهای فولادی پوشانده می شود. تیرهای اصلی 2IPE360 و تیرهای فرعی IPE180 است. دال را طراحی کنید و کارگذاری آرماتورهای آنرا نشان دهید.



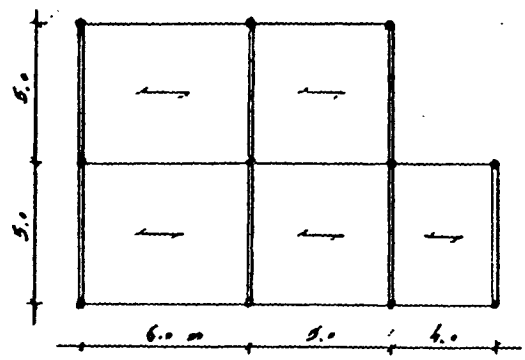


مسائل مربوط به سقف های با دال یکطرفه و تیرچه و بلوک

در مسائل زیر $f'_c = 200\ kg/cm^2$ و $f_y = 4000\ kg/cm^2$ منظور می گردند.

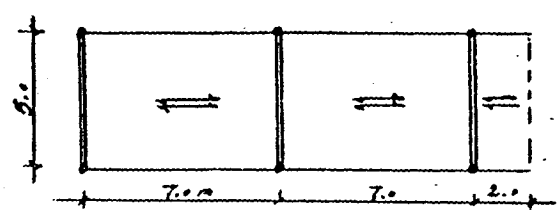
درسقف های زیر دال علاوه بر وزن خود، بارمرده $D_1 = 250\ kg/m^2$ برای کف سازی، بارمرده $D_2 = 150\ kg/m^2$ برای تیغه بندی ها، و بار زنده $L = 250\ kg/m^2$ را تحمل می کند.

۱- پلان زیر مقطع یک سقف یک ساختمان اداری است که با سازه فولادی ساخته می شود. تیرهای اصلی سقف را تیرهای لانه زنبوری 2SPC180 تشکیل می دهند. سقف با بتن تیرچه و بلوک پرشده می شود. تیرچه ها را ساده در نظر گرفته و آنها را طراحی کنید. پلان تیرچه گذاری و کارگذاری سقف را رسم کنید. تیرچه ها با فاصله 50 cm از محور تا محور قرار می گیرند و وزن بلوک های سبال 15 kg است.



۲- پلان مقطع (۱) را در نظر گیرید و فرض کنید سازه بتن آرمه است. ابعاد تیرهای اصلی 30×50 cm و ابعاد تیرهای فرعی 30×40 cm است. تیرچه ها با فرض تیغه بندی طراحی کنید. برای تبدیل تیغه های غیر از مصالح سبک استفاده کنید. پلان تیرچه گذاری و کارگذاری سقف را رسم کنید.

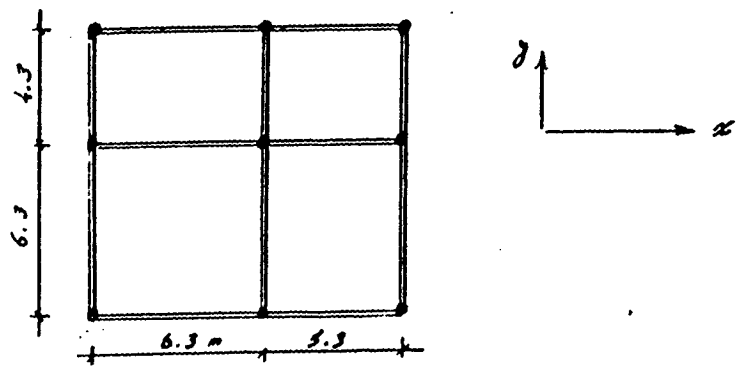
۳- پلان زیر مقطع یک ساختمان تجاری است که با سازه بتن آرمه ساخته می شود. تیرهای اصلی دارای مقطع 30×60 cm و تیرهای فرعی دارای مقطع 30×50 cm اند. برای پوشش سقف از تیرچه های دوبل استفاده می شود. تیرچه ها را طرح کنید و پلان تیرچه گذاری و کارگذاری سقف را رسم نمایید.



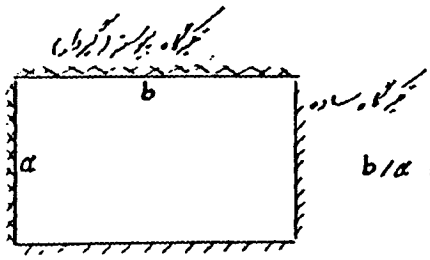
www.vepub.com
Publish Your Mind

مسائل مربوط به سقف ای با دال دو طرفه

۳- چهار سقف به صورت شکل زیر است . دال ای این سقف را طراحی کنید و کاربرگزاری آنرا در جهت یکسان دهید . تیرهای میان را در نظر گرفته و بارگذاری آنها را یکبار با استفاده از خواص توزیع بار ، و یکبار با استفاده از بخش مشش - فرمولهای بدست آمده . دیاگرام های نگرش در تیرها را در این دو حالت با یکدیگر مقایسه نمایید . ابعاد مقطع تیرها 30×60 cm است .

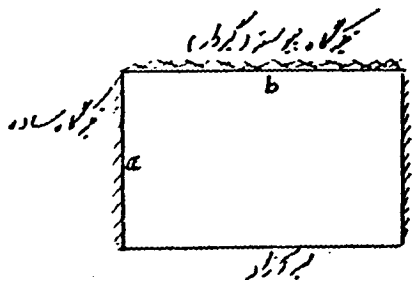


۴- دال زیر در نظر است . این دال زیر اثر بار یکنواخت قرار دارد . برای حالات b/a نشان داده شده ، یکبار با استفاده از توزیع بارهای مثلثی ، و یکبار با استفاده از خواص خان ، نگرش های خش حداکثر را در دو جهت دال بدست آورید و با یکدیگر مقایسه کنید .



b/a = 1.0 , 1.5 , 2.0

۵- مسئله (۴) را برای دال زیر تکرار کنید .



b/a = 1.5 , 2.0

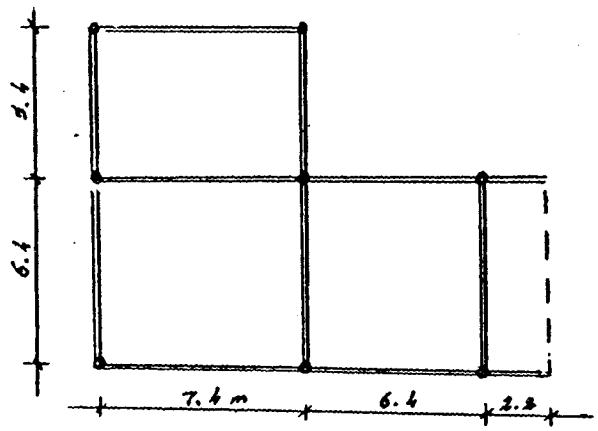
برگ شماره 105

مسائل مربوط به پرسشت ای با دال دو طرفه

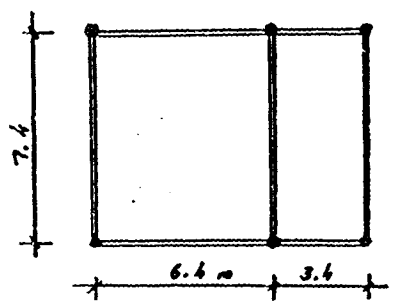
در مسائل زیر $f'_{cc} = 200\ Kg/C^2$ و $f_y = 3000\ Kg/C^2$ منظور گردند.

در پرسشت ای زیر دال عهده بر وزن خود، بارمرده $D_1 = 250\ Kg/m^2$ را برای کف سازی و بار مرده $D_2 = 150\ Kg/m^2$ را برای بار نظیر بارتیشن آ و بار زنده $L = 300\ Kg/m^2$ را تحمل می کنند.

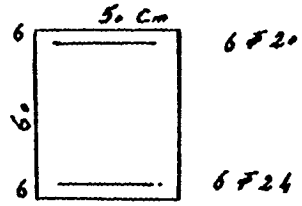
۱- پیون ستون به صورت شکل زیر است. دال ای این ستت را طرح کنید و کار تاوگذاری نمایید. کار تاوگذاری ای زیر ورد را در دو پیون جداگانه رسم نمایید. ابعاد مقطع تیرا $40 \times 60\ Cm$ است.



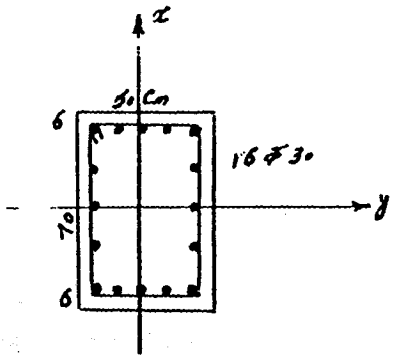
۲- پیون ستون به صورت شکل زیر است. دال ای این ستت را طرح کنید و کار تاوگذاری ست را فقط در جهت α رسم نمایید. ابعاد مقطع تیرا $40 \times 60\ Cm$ است.



۴- ستون با مقطع مربع مستطیل مطابق شکل زیر تقویت شده است . به این ستون در حالت حدی بهره برداری بارگذاری و نگرفش $\begin{cases} N = 50^T \\ M = 20^{T.m} \end{cases}$ وارد می شود. تعیین کنید حداکثر تنش ایجاد شده در بتن و نیز تنش ای ایجاد شده در فولادها چه اندازه است ؟

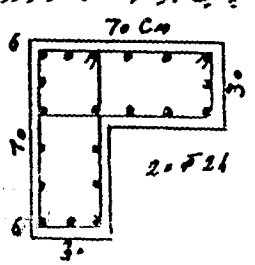


۵- ستون با مقطع مربع مستطیل مطابق شکل زیر تقویت شده است . به این ستون در شرایط عادی بارگذاری و نگرفش $N \begin{cases} D = 50^T \\ L = 20 \end{cases}$ و $M_x \begin{cases} D = 12^{T.m} \\ L = 3 \end{cases}$ و $M_y \begin{cases} D = 8^{T.m} \\ L = 2 \end{cases}$ وارد می شوند. در جهات اثر زلزله در جهت x به این ستون بارهای $E_x \begin{cases} N = 15^T \\ M = 12^{T.m} \end{cases}$ و در جهات اثر زلزله در جهت y به این ستون بارهای $E_y \begin{cases} N = 12^T \\ M = 8^{T.m} \end{cases}$ وارد می شوند. تحقیق کنید آیا ستون قادر به تحمل چنین بارهائی هست یا نه ؟ . در حل مسئله از روابط ارائه شده استفاده کنید. آرماتورهای میان را برابر 2.0 سانتیمتر در نظر بگیرید.



۶- ستون مطابق شکل زیر در نظر است . دیاگرام تداخل بارگذاری و نگرفش این ستون را رسم کنید. حداقل شش نقطه از این دیاگرام را بدست آورید. با استفاده از این دیاگرام تعیین کنید این ستون چه باری را در برون محوری $e = 20\ Cm$ تحمل می کند.

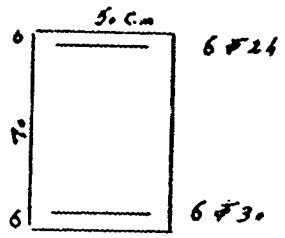
اگر در شرایط بهره برداری بارگذاری و نگرفش وارده به این ستون چنان باشند که تنش در بتن فشاری برابر $f_c = 100\ Kg/Cm^2$ و تنش در فولاد کشش برابر $f_s = 2000\ Kg/Cm^2$ باشند ، مقادیر این بارها چه اندازه اند و در چنین شرایطی ضریب اطمینان کل طرح چه اندازه می باشد ؟



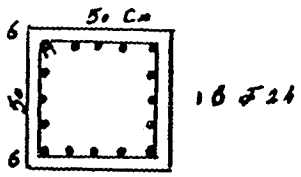
در مسائل زیر $f'_{cc} = 200\ kg/cm^2$ و $f_y = 4000\ kg/cm^2$ منظور می‌گردند.

ستونی با مقطع مربع مستطیل مطابق شکل زیر تقویت شده است. دیاگرام تداخل بارگذاری و لنگرخمشی را برای این ستون رسم کنید. حداقل شش نقطه از دیاگرام را بدست آورید.

با استفاده از این دیاگرام، تعیین کنید این ستون چه بارهائی را می‌تواند در برون مرکزی‌های $e = 20\ Cm$ و $e = 50\ Cm$ تحمل کند. این بارها را با استفاده از روابط ارائه شده بدست آورید و با نتایج قبلی مقایسه نمائید.



۲- مسئله (۱) را در مورد ستون زیر حل کنید. در تعیین دیاگرام تداخل کرنش‌ها برای میلان مختلف نظری گردند. برای قسمت دوم مسئله از کرنش‌های میلان صرفنظر کنید و نتایج را با هم مقایسه نمائید. در حساب تأثیر کرنش‌ها برای میلان را بدست آورید.



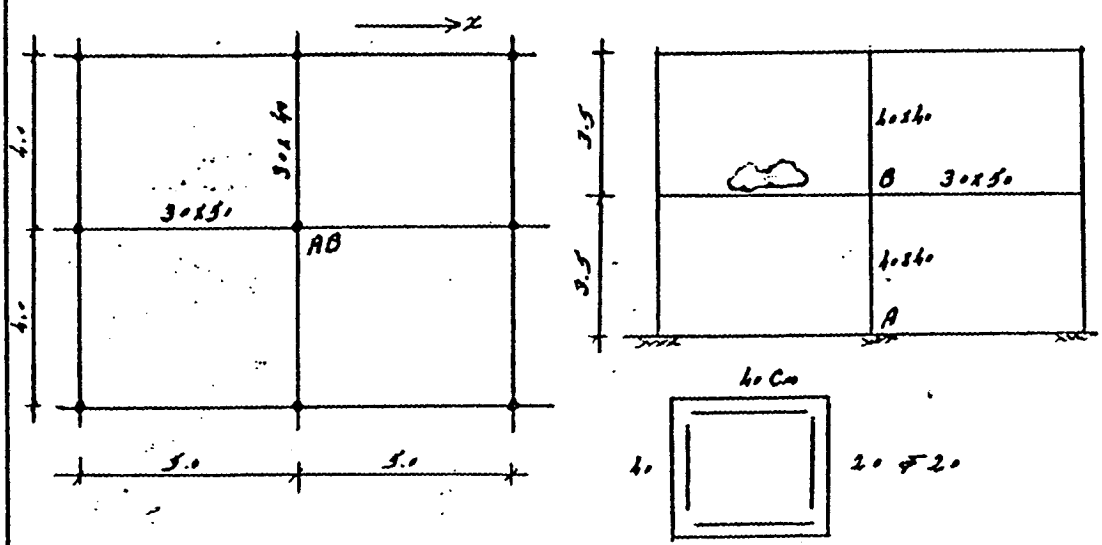
۳- ستونی با مقطع دایره به قطر $D = 50\ Cm$ با $16\#24$ که بر روی دایره‌ای به قطر $D_s = 40\ Cm$ چیده شده‌اند، تقویت شده است. تعیین کنید این ستون چه بارهائی را در برون مرکزی‌های $e = 20\ Cm$ و $e = 50\ Cm$ تحمل می‌کند. مسئله را با استفاده از روابط ارائه شده حل کنید و با نتایج دیاگرام را مقایسه نمائید.

اگر بخواهیم در حالت حدی نهائی مقاومت مقدار کرنش در آرماتور کشش به مقدار $\varepsilon_s = 0.003$ یا برسد، چه ترکیبی از بار محوری و لنگرخمش باید به ستون وارد کنیم؟

www.vepub.com
Publish Your Mind

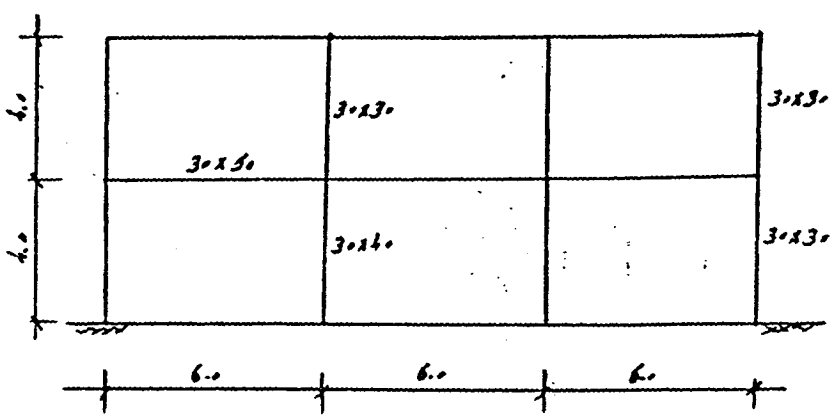
۳- ستون AB مستقل به طبقه مرکب یک ساختمان است که مرتبت آن در پیرون و در ارتفاع در زیرزمین بارگذاری شده است. این ستون در حالت عادی بارگیری $P\{D=30^{T},\ L=25^{T}$ را همراه با لنگرهای خمشی $M_y\{D=4^{T\cdot m},\ L=6^{T\cdot m}$ و $M_x\{D=2^{T\cdot m},\ L=3^{T\cdot m}$ تحمل میکند. تحت اثر بارهای ناشی از زلزله در جهت x بار و لنگر خمشی $\{P_E=15^{T},\ M_E=6^{T\cdot m}$ به ستون اثر میکند. با در نظر گرفتن اثرات ناشی از لاغری تعیین کنید آیا این ستون قادر به تحمل چنین بارهائی هست یا نه. کرباتر برای میلگرد مقطع ستون را به میزان ۲٪ مؤثر در نظر بگیرید.

$f'_c = 200\ Kg/Cm^2$ ، $f_y = 4000\ Kg/Cm^2$



۴- ستونهای طبقه مرکب در تاب زیر مورد نظر است. ستونهای میانی در ترازهای عادی بارگیری $P_1\{D=40^{T},\ L=30^{T}$ را همراه با لنگرخش $M_1\{D=8^{T\cdot m},\ L=4^{T\cdot m}$ و ستونهای کناری بارگیری $P_2\{D=30^{T},\ L=20^{T}$ را همراه با لنگرخش $M_2\{D=6^{T\cdot m},\ L=4^{T\cdot m}$ تحمل میکنند. از حرکت جانبی تاب جلوگیری نشده است. ستونهای این تاب را طرح کنید

$f'_c = 200\ Kg/Cm^2$ ، $f_y = 4000\ Kg/Cm^2$

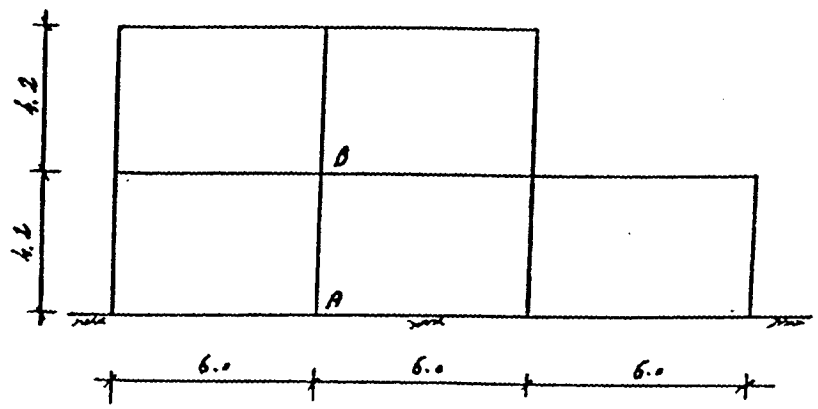


مسائل مربوط به اثرات لاغری در ستون‌ها

برگ شماره 120

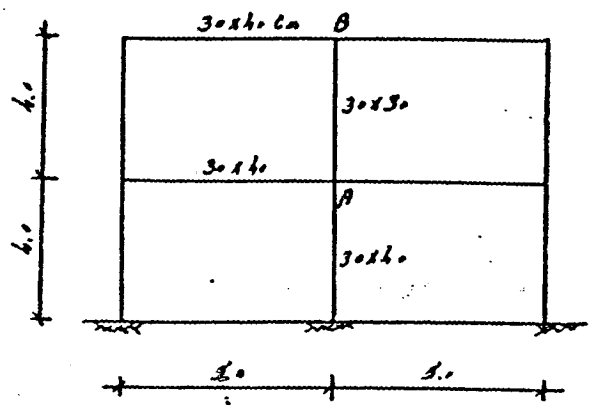
۱- ستون AB از قاب زیر در شرایط عادی بارگذاری $P\{D=50^{T},\ L=40\}$ را همراه با لنگر خمشی $M\{D=6^{T-m},\ L=10\}$ تحمل میکند. این ستون تحت اثر بارهای باد ناگزیر از تحمل بار و لنگر خمشی $\{P_W=15^{T},\ M_W=6^{T-m}\}$ است. ستون را طرح کنید. ابعاد تیرها و ستون‌ها همگی 30×50 cm است. قاب دارای حرکت جانبی است.

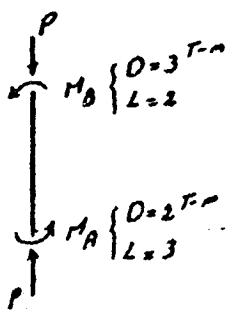
$f'_c = 200\ Kg/Cm^2$. $fy = 4000\ Kg/Cm^2$



۲- ستون AB از قاب زیر در شرایط عادی بارگذاری $P\{D=30^{T},\ L=30\}$ را همراه با لنگرهای خمشی نشان داده شده در شکل تحمل میکند. ابعاد تیرها و ستونها بر روی قاب نشان داده شده‌اند. از حرکت جانبی قاب جلوگیری شده است. ستون را طرح کنید. در طرح ستون از روابط دیاگرام تداخلی استفاده کنید و سپس نتایج را با دیاگرام کنترل نمائید.

$f'_c = 200\ Kg/Cm^2$ $fy = 4000\ Kg/Cm^2$





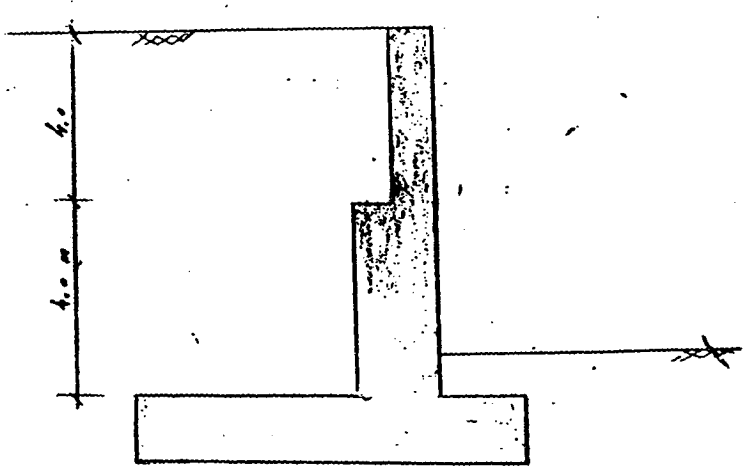
مسائل مربوط به طرح شالوده دیوارها

۴- دیوار بتن گذاری در یک متر طول خود بارهای $\begin{cases} D = 40^{T} \\ L = 40^{T} \end{cases} N$ را همراه با لنگرهای $\begin{cases} D = 2^{T.m} \\ L = 1^{T.m} \end{cases} M$ در جهت عمود بر صفحه خود تحمل می نماید. ارتفاع دیوار $4.00\,m$ است و از حرکت جانبی آن جلوگیری نشده است. مقاومت لازم برای دیوار را تعیین کنید و کارهای لازم را بدست آورید. مسئله را در حالتی که از حرکت جانبی دیوار جلوگیری شده باشد، حل کنید.

مسئله را در حالتی که لنگرهای وارده به دیوار پنج برابر مقادیر فوق بوده و ضخامت دیوار $30\,cm$ باشد، حل کنید

۵- یک دیوار برشی به طول $4.00\,m$ و ضخامت $25\,cm$ برای تحمل بارهای جانبی در ساختمانی بکار برده شده است. این دیوار در شرایط عادی بار $\begin{cases} D = 30^{T} \\ L = 50^{T} \end{cases} N$ را تحمل می کند. در هنگام زلزله این دیوار ناگزیر است تحمل لنگر خمشی $M_E = 250^{T.m}$ و نیروی برشی $V_E = 120^{T}$ را نماید. این دیوار را طرح کنید. برای طراحی دیوار برای فشار و خمش و یا کشش و خمش یکبار کارهای آن را در دو انتهای دیوار متمرکز در نظر بگیرید و یکبار کارها را بطور یکنواخت پخش نمایید.

۶- دیوار حائل مطابق شکل زیر در نظر است. دیوار وشالوده آنرا طرح کنید و بطور کامل کارهای گذاری نمایید.



مسائل مربوط به طرح شالوده و دیوارها

برگ شماره 130

در مسائل زیر $\sigma_{bc} = 200\ kg/cm^2$ و $\sigma_y = 4000\ kg/cm^2$ و مشخصات مکانیکی خاک $1.0\ kg/cm^2$ و $\gamma = 1.8\ T/m^3$ منظور گردد.

۱- ستون با مقطع مربع با ضلع 50 cm با 12 ⌀ 16 تقویت شده است. این ستون در ترکیب بارگذاری عادی برای $N\begin{cases} D = 100\ T \\ L = 80 \end{cases}$ و $M\begin{cases} D = 20\ T\text{-}m \\ L = 5 \end{cases}$ را به شالوده وارد می‌کند. در هنگام زلزله این ستون برای روش تنش مجاز $E\begin{cases} N = 30\ T \\ M = 20\ T\text{-}m \end{cases}$ را به شالوده وارد می‌کند. شالوده را طرح کنید و کارتوگذاری نمایید.

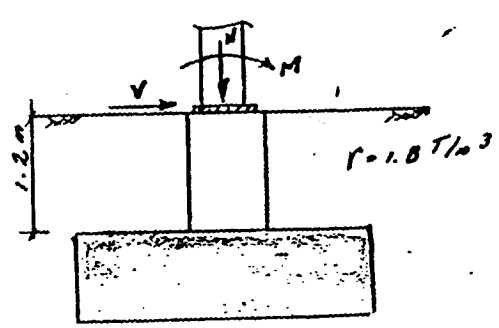
۲- سالن کارخانه‌ای با سازه فولادی با صلبیت قاب‌ای خنثی با شیب دوطرفه (سوله) پوشانده شده است. ستون‌های این قاب‌ها بر روی ستونچه بتن آرمه با ابعاد 60 × 60 cm و ارتفاع 1.2 m با پیزروی شالوده، نصب می‌شوند. بار وارده به ستونچه در ترکیب عادی عبارتست از:

$$N\begin{cases} D = 6\ T \\ L = 20 \end{cases} \qquad M\begin{cases} D = 2\ T\text{-}m \\ L = 15 \end{cases} \qquad V\begin{cases} D = 3\ T \\ L = 5 \end{cases}$$

در هنگام بار ستون نیروهای زیر را به ستونچه وارد می‌کند:

$$W\begin{cases} N = 15\ T \\ M = 10\ T\text{-}m \\ V = 5\ T \end{cases}$$

شالوده و ستونچه را طرح کنید و کارتوگذاری آن را با ابعاد کامل نشان دهید.



۳- یک دیوار آجری به ضخامت 35 cm بار دو طبقه سقف را تحمل می‌کند. بار وارده بر هر متر طول دیوار در محل شالوده $N\begin{cases} D = 3\ T \\ L = 1 \end{cases}$ است. شالوده دیوار را طرح کنید و کارتوگذاری آن را نشان دهید. شالوده در حالتی که بار وارده به شالوده یک لنگر متمرکز فوق باشد حل کنید.

www.vepub.com
Publish Your Mind