

مدیر: جناب آقای دکتر رشتی

حلبه اول لاس محاسبات

۱- تکنولوژی بتن

۲- طراحی سازه بتنی تک آرمه و دوپله آرمه (مقطع مستطیل و ...)

۳- طراحی سازه های بتنی مقاطع T شکل ۲ و ۳

۴- طراحی تیر تحت برش و پیچش

۵- طراحی ستون

۶- کنترل خیز و عرض ترک در یک عضو تحت کشش

۷- مقطع میلگرد پیوستگی بتن با میلگرد

۸- طراحی دال > در طرفه

۹- دیوار برشی

۱- ی

در بتن ریزی حجم 40 mm در پایه های

درست دانه 2-22m 4.75 ق.م.م

در بتن ریزی حجم 40 mm در پایه های

درست دانه 2-22m 4.75 ق.م.م

درست دانه 2-22m 4.75 ق.م.م

ماده باری
ماده رودخانه
ماده کودهستانی
ماده شکسته

ترکیبات بتن 1
ماده باری
ماده رودخانه
ماده کودهستانی
ماده شکسته

برای بتن مقاومت
2 + 3
ماده شکسته
ماده رودخانه
ماده باری

باید توجه شود که سندها و واکنش قلیایی با سندها نداشته باشد مخصوصاً سندها و ...

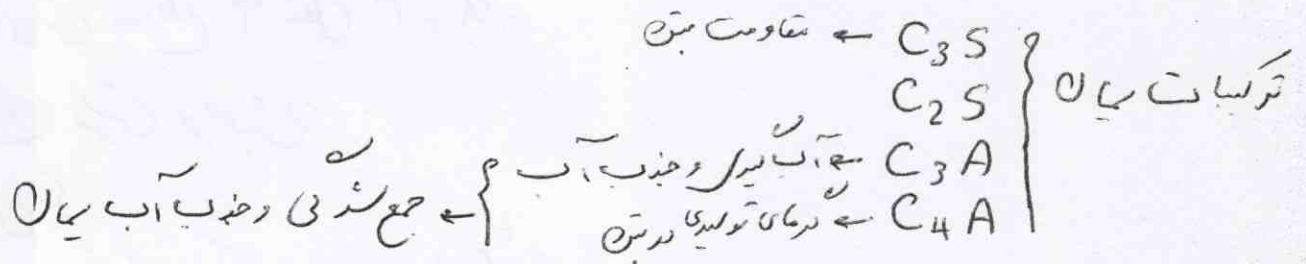
تذکره: SE در این بتن ها 70 مایه

در درجه حرارت 1400°

2- سیان
کلیتر سیان + 2% سنگ بچ = سیان تیرنگ



- I : ← مقاومت 7 روزه مقاومت اولیه و مقاومت 28 روزه مقاومت نهایی
- II : ← در محیط های گرم ، ضد سولفات و تقریباً مقاومت آن 7 روز و 28 روزه
- III : ← زود گیر کننده
- IV : ← کند گیر کننده ، بتن ریزی حجم
- V : ← در محیط های سولفات ، مقاومت اولیه 11 روزه و مقاومت نهایی 42 روزه



سیان پوزولانی : { 40٪ سیان پوزولان + سیان پرتلند = سیان پوزولانی

گاهش اثر CO_2 ناشی از تولید سیان تا 40 درصد

پوزولان 15٪ سیلیس است : مثل سوزوندن بربخ (دیگستره بربخ) : خاک زغال سنگ

در محیط های فوق العاده سولفات ، بتن ریزی های حجم ، در دریا ، مقاومت نهایی آن 90 روزه ،

نکته : پوزولان خاصیت چسبندگی ندارد .

سیان دوباره ای : از سیان های کوره های بلند با ترکیب سیان پرتلند بدست آمده و ضد سولفات میباشد .

سیان رنگی : رنگ سیاه ، قرمز ، رنگ آبی ، کروم ، رنگ قرمز ، اکسید آهن سفید ، بدون اکسید آهن

سیان ممتاز : زمانیکه سیان معدنی 2 بار از کوره عبور کند که کیفیت آن کم شده است .

بهترین حالت نسبت آب به سیان در بتن 0.4 میباشد .

بدان کارایی دروفنی بتن آب 15٪ بیشتر استفاده میشود .



تعیین سیال : ۹۰ دقیقه کلا برابر بین ریزش تا مراحل آن باید انجام شود

تعیین کاذب :

تعیین اولیه : ۹۰ دقیقه بعد از ترکیب آب و سیال
تعیین نهایی : ۲ ساعت بعد از ترکیب

اگر بین به طور دستی انجام می شود باید 50 سیال آن را بیشتر در نظر بگیریم

شعاع اولیه عمل $\frac{1}{2}$ برابر شال $\frac{1}{2}$ برابر قطعه ویرنه $\times 1.5 =$ شعاع عملکرد ویرنه

آب : اگر جایی جدید حفرت شده از آب آن را می خواهیم برابر ساخت بتن استفاده کنیم باید
تا آن بتنی درست شود و با آب مقطعه نیز ساخت شود اگر تفاوت آن ۱ از ۱۰ کمتر
باشد آن آب مناسب برای بتن سازی می باشد.

سوار افزودنی : مگر تا $\frac{1}{2}$ در صد خالی زود گیر کننده و تا در صد خالی کند گیر کننده است.

طراحی بتن :

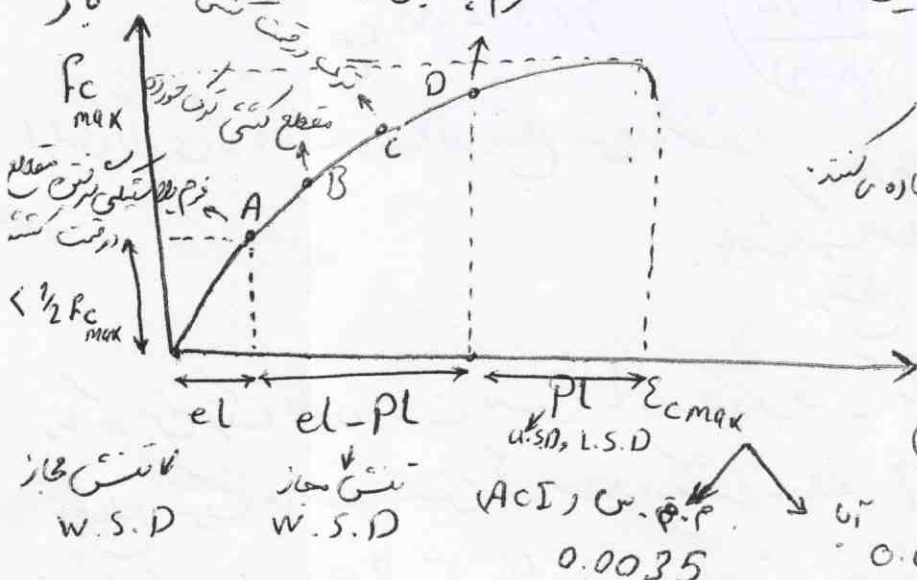
(۱) W.S.D $\leftarrow$ تنش مجاز

(۲) U.S.D $\leftarrow$ مقاومت نهایی

(۳) L.S.D $\leftarrow$ روش حدی نهایی

نقطه D : ظاهر شدن فرم بلاستیک

فرم بلاستیکی بتن در وقت فشاری

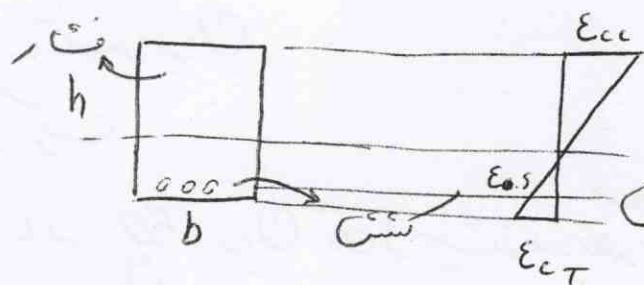
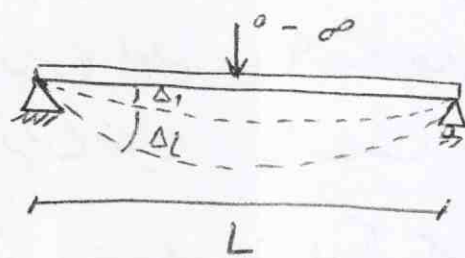


آب و م.م.س هر دو طراحی را از L.S.D استفاده می کنند



طراحی : ابعاد و مسیری که لازم را محاسبه از اینجایی را تعیین می کنند بر حسب f_{cmax} و ϵ_{cmax}

LS.D کنترل : در نوعی el , el-p بار کنترل خیز و درین ترک (بار) درین قریب

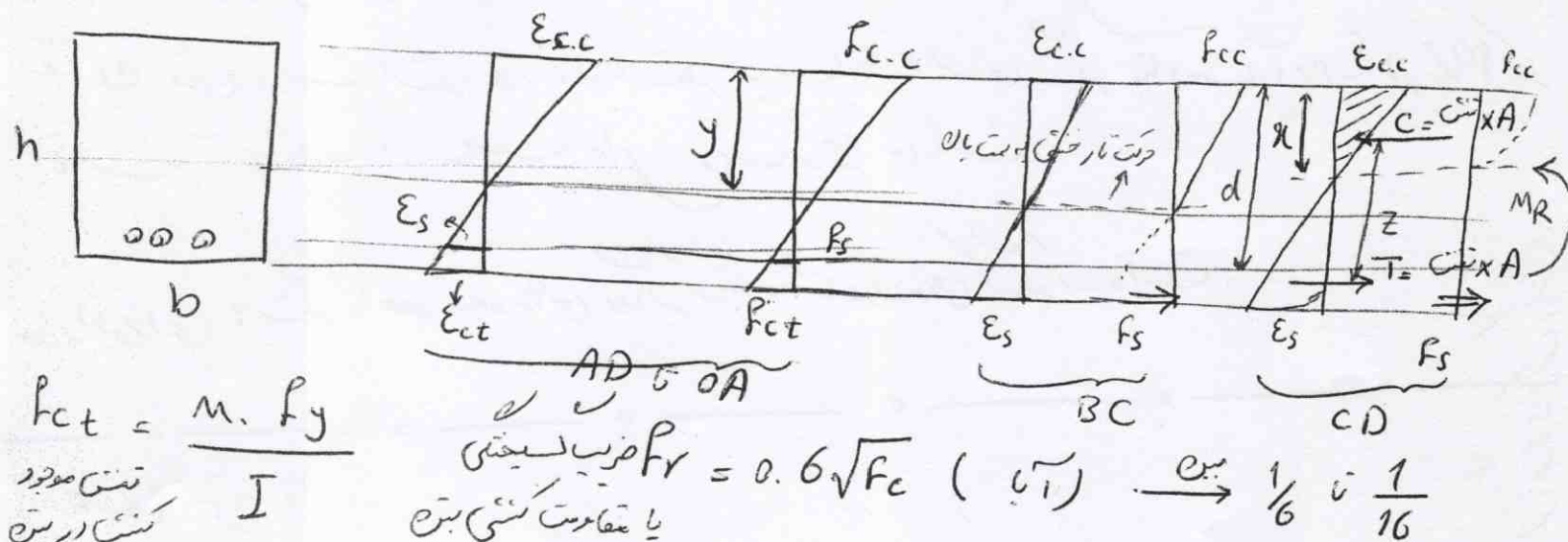


کشی
فشار
وزن بتن
خزش و جمع بندی

خزش : پدیدار است ذاتاً به صورت خود بخود در بتن وجود دارد

$\Delta L = \Delta_{cp} + \Delta_{shrinkage}$ Δ_1 Crippled

چون بتن هم کریپتالی نداشته و در صورت جمع بندی دارد خزش در آن ایجاد شود.



ترک خوردنی در مقطع $\rightarrow$ اگر $f_{ct} > f_r$ آری

$$\frac{m(h-y)}{I} \geq f_r$$

$$m \geq \frac{f_r \cdot I}{(h-y)}$$

$$f_r \cdot S = M_{cr}$$

$$\text{if } f_{ct} \geq f_r$$

$$m \geq M_{cr}$$

$\Leftrightarrow$ باعث ترک خوردگی در مقطع

اولین تئری که باعث ترک در مقطع بتنی می شود

زمانیکه بتن ترک خورده است تنش ها موجود در قسمت کششی بتن و میسر که تحمل می کنند وی زمانیکه ترک ها خورده تنش ها موجود در میسر با اندازه 7 تا 12 بار افزایش پیدا می کنند و تنش آن نیز بین 2 تا 4 بار افزایش تنش دارند



از رابطه $D \leq D_{max}$ (باری مدو) ضریب مناسبه

تنگی مجاز $= 0.45 f_{c.c}$

تنگی مجاز $C = 0.45 f_{c.c} \times \frac{1}{2} b \times x$

تنگی مجاز $T = A_s \times 0.6 \times f_y$

$M_R = T(z) \leq C(z)$
 (تنگی مجاز)
 (رنگه کویل حاصل از C و T)

روش تنگی مجاز

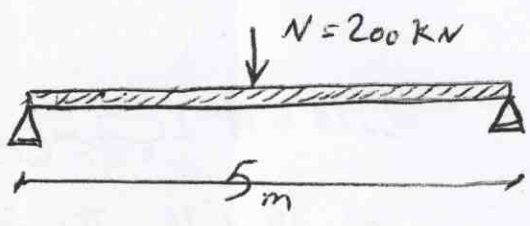
$z = d - \frac{1}{3} x$ if $M_R \geq M$

$M = 0.6 f_y \cdot A_s (d - \frac{1}{3} x) \Rightarrow A_s = \frac{M}{0.6 f_y (d - 0.33 x)}$

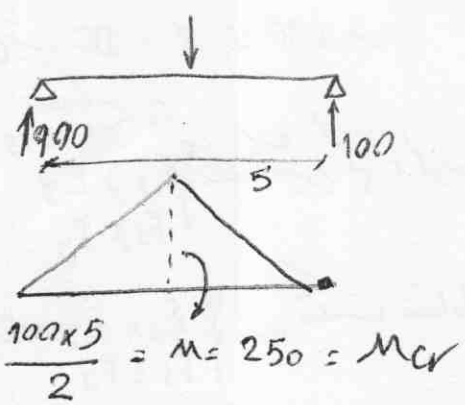
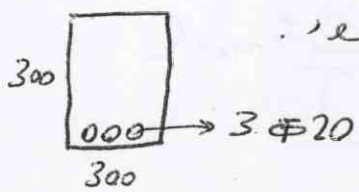
$C = T \quad \frac{1}{2} \times 0.45 f_{c.c} \times b \times x = A_s \times 0.6 \times f_y \Rightarrow$ مستحق ماکس x

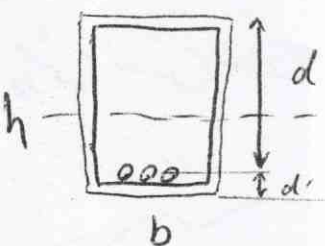
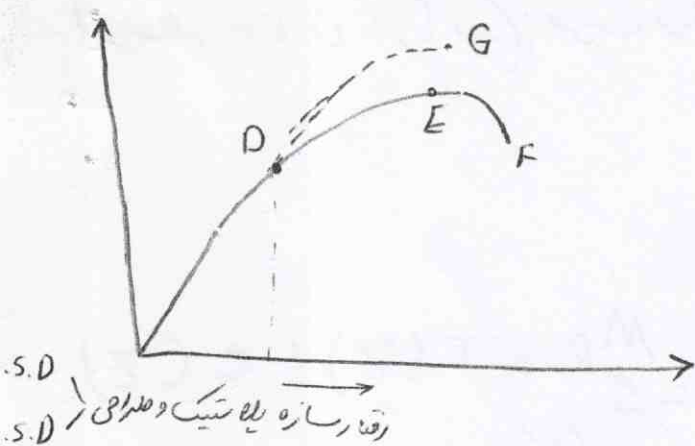
$\frac{1}{2} \times 0.45 \times f_{c.c} \cdot b \cdot x (d - \frac{x}{3}) = M \Rightarrow$ مقدار b و d مستحق ماکس

$f_c = 30 \text{ MPa} \quad f_y = 300$



Example : تیری با مشخصات داده شده در نقشه بلبید.
 محاسبه کنید مقدار گستر که باعث ترک خوردگی در مقطع میانی
 اولین گستر که باعث ترک خوردگی می شود.

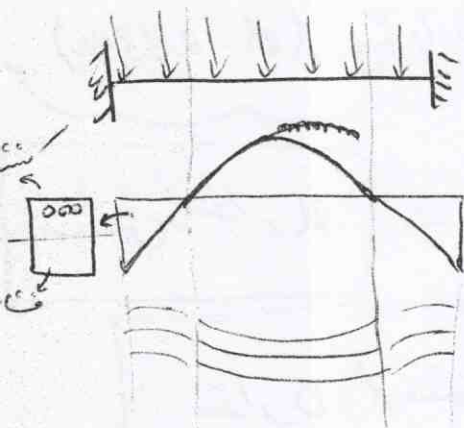




$$d' = d_c + d'_b + \frac{1}{2} d_b$$

$$d'_b = \text{قطر خاست} \quad d_b = \text{قطر میلر خشی}$$

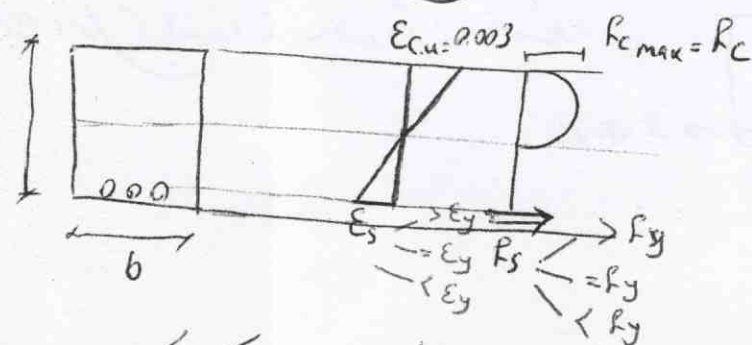
$$d_c = \text{پوشش میلر} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{بسته به نوع} \\ \text{محیط} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{دکیم} \\ \text{مستطی} \\ \text{مربعی} \\ \text{سیارکند} \\ \text{معدن و لغاره کند} \end{array} \right.$$



نکته بسیار مهم: در تیرهای بتنی بهترین است در گشت از بین برود زیرا در گشت میلر بتن را در دوز و ترک های منبسط اند و وقتی میلر را به حد نهایی خود برسد دوباره ترک های خود را نشان داده و به ما هشدار

ما دهنگه تیر در حال نابود می باشد. حلی اگر در بتن برود حول بتن تحت فشار به صورت انقباض و تغییر می شود و سرعت ترمیم را از ما می گیرد. (DE) کم فولاد به شکست نرم به شکست هشدار

شکست انقباضی (فشاری) به فولاد به شکست ترد



گشت میلر تیپ I: 18 تا 25 درجه

گشت تیپ II: 15 تا 18 درجه

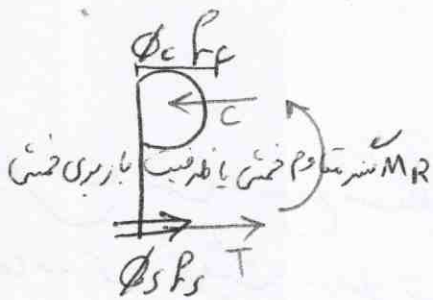
گشت تیپ III: 12 تا 16 درجه

گشت تیپ IV: 8 تا 10 درجه

به میلر کم، گشت زیاد، ترک دیده می شود (شکست نرم یا شکل پذیر یا شکست گشتی) $\left\{ \begin{array}{l} \epsilon_s > \epsilon_y \\ P_s > P_y \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} \epsilon_c < 0.003 \\ 0.0035 \end{array} \right.$

شکست متعادل یا نابالغ $\left\{ \begin{array}{l} \epsilon_s = \epsilon_y \\ P_s = P_y \end{array} \right.$

$\epsilon_c < \begin{matrix} 0.003 \\ 0.0035 \end{matrix}$ } بتن به انفجار رسیده و میسر در مقاومت کند (شکست فوری یا ترد)
 $\epsilon_s < \epsilon_y$
 $f_s < f_y$



$$\phi_s = 0.85$$

$$\phi_c = \begin{matrix} 0.6 \\ 0.7 \end{matrix}$$

بتن درجا $\phi_s = 0.65$
 بتن پیش ساخته $\phi_s = 0.7$

$$D \rightarrow \begin{cases} W_D < \text{یکپداخت} \\ N_D < \text{غیر یکپداخت} \\ M_D, V_D, T_D \end{cases}$$

$$L = \begin{cases} W_L < \text{یکپداخت} \\ N_L < \text{غیر یکپداخت} \\ M_L, V_L, T_L \end{cases}$$

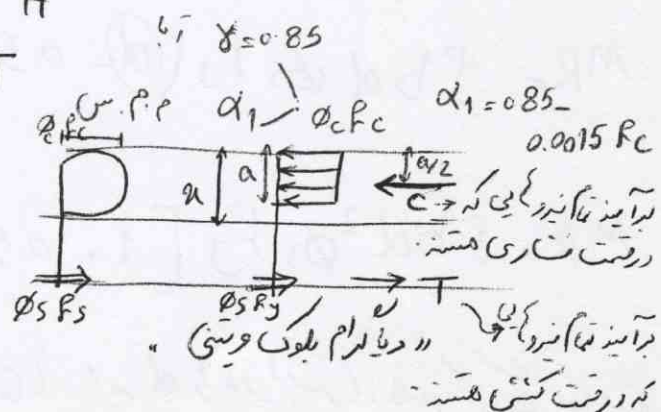
$$E \rightarrow \begin{cases} N_E, M_E, V_E \\ L, W \end{cases}$$

ترکیب بار آ. ب. و
 (س.م.م)

- 1) $1.25 D + 1.5 L$
- 2) $D + 1.2 L + 1.2 E (w)$
- 3) $0.85 D + 1.2 E (w)$
- 4) $1.25 D + 1.5 L + 1.5 H$
- 5) $0.85 D + 1.5 H$
- 6) $D + 1.2 L + T$

$$C = \phi_c f_c \int dA \quad \text{برای گریز از برش و کشش}$$

$$T = \phi_s f_s A_s$$



$$a = \beta_1 \cdot x$$

$$\beta_1 = \begin{cases} \text{if } f_c \Rightarrow 0.85 \\ \text{س.م.م} \Rightarrow 0.97 - 0.0025 f_c \end{cases}$$

$$\beta_1 \xrightarrow{\text{در آ. ب. و}} \begin{cases} \text{if } f_c \leq 30 \text{ mpa} \rightarrow \beta_1 = 0.85 \\ \text{if } 30 \leq f_c \leq 50 \text{ mpa} \rightarrow \beta_1 = 0.85 - 0.008 (f_c - 30) \end{cases}$$



α_1 و β_1 به مقاومت بتن بستگی دارد.

$$M_R = T(d - \frac{1}{2}a)$$

$$= C(d - \frac{1}{2}a)$$

مکانیت خمش با مقطع مستطیل مشخص است؛
حاسبه کنید ظرفیت باربری تیر تحت خمش؟

$$b = 300 \quad A_s = 4 \Phi 20$$

$$h = 350 \quad f_c = 30$$

$$d' = 50 \quad f_y = 300$$

جواب: با فرض جاری شدن میلگرد کششی

$$M_R = T(d - 0.5a) \rightarrow M_R = A_s \phi_s f_y (d - 0.5a) \quad (1)$$

از اصل استاتیکی $C = T \rightarrow \alpha_1 \phi_c f_c \cdot b \cdot a = A_s \cdot \phi_s f_y$

$$a = \frac{A_s \cdot \phi_s \cdot f_y}{\alpha_1 \cdot \phi_c \cdot f_c \cdot b} \quad (2)$$

$$M_R = A_s \phi_s f_y \left(d - 0.5 \frac{A_s \cdot \phi_s \cdot f_y}{\alpha_1 \phi_c f_c \cdot b} \right) \quad (3) \quad \rho = \frac{A_s}{bd}$$

نسبت میلگرد کششی

$$M_R = \rho b d \phi_s f_y \left(d - 0.5 \frac{\rho b d \phi_s f_y}{\alpha_1 \phi_c f_c \cdot b} \right) \quad \frac{\phi_s f_y}{\alpha_1 \phi_c f_c} = m$$

$$M_R = \rho b d^2 \phi_s f_y [1 - 0.5 \rho \cdot m] \quad (4)$$

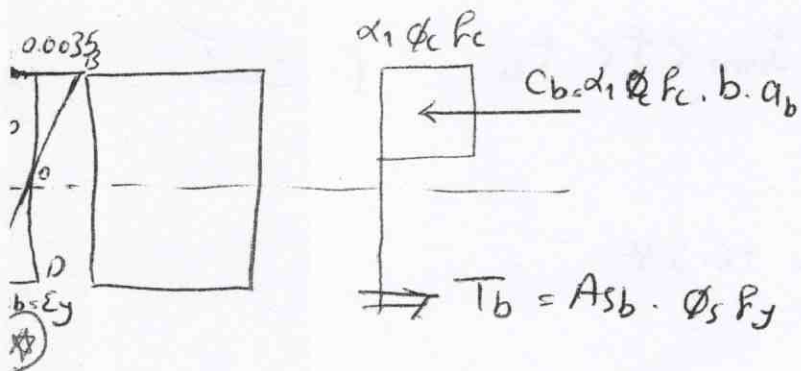
نکته: از فرمول (4) مشخص می‌گردد که برای افزایش مقطع المان { باید d را افزایش دهیم که منجر به افزایش آرماتور هم می‌شود و همچنین در همان اینرسی نیز مؤثر خواهد بود.

$$I = \frac{bh^3}{12}$$


$$f_{min} \leq f \leq f_b$$

$$A_{smin} \leq A_s \leq A_{sb}$$

$$f_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1.4/f_y \\ \frac{0.25\sqrt{f_c}}{f_y} \end{array} \right.$$



$$f_b = 0.6 \beta_1 \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\frac{\alpha_1 \phi_c f_c \cdot b \cdot a_b}{b \cdot d \cdot \phi_s f_y} = \frac{A_{sb} \cdot \phi_s f_y}{b \cdot d \cdot \phi_s f_y}$$

$$\frac{\alpha_1 \phi_c f_c}{d \phi_s f_y} a_b = f_b$$

$$a_b = \beta_1 \kappa b$$

$$\kappa b = \frac{0.0035}{\frac{f_y}{200000} + 0.0035} = \frac{700 d}{700 + f_y}$$

$$f_b = \frac{\alpha_1 \phi_c f_c}{\phi_s f_y} \cdot \beta_1 \times \frac{700 d}{700 + f_y}$$

$$f_b = \frac{\alpha_1 \beta_1 \phi_c f_c}{\phi_s f_y} \times \frac{700}{700 + f_y}$$

$$f_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1.4/300 = 0.0046 \\ \frac{0.25\sqrt{30}}{300} = 0.0045 \end{array} \right.$$

جواب نه:

$$\alpha = 0.85 - 0.0015 f_c = 0.85 - 0.0015 \times 30 = 0.8$$

$$\begin{cases} \phi_c = 0.65 \\ \phi_s = 0.85 \end{cases}$$

$$\beta_1 = 0.97 - 0.0025 \times 30$$

$$\boxed{\beta_1 = 0.89}$$



$$f_b = \frac{0.8 \times 0.89 \times 0.65 \times 30}{0.85 \times 300} \times \frac{700}{700 + F_y} = 0.04$$

$$f_s = \frac{125}{300 \times 300} = 0.0139$$

$$f_{min} < f < f_b \quad \text{فرض است}$$

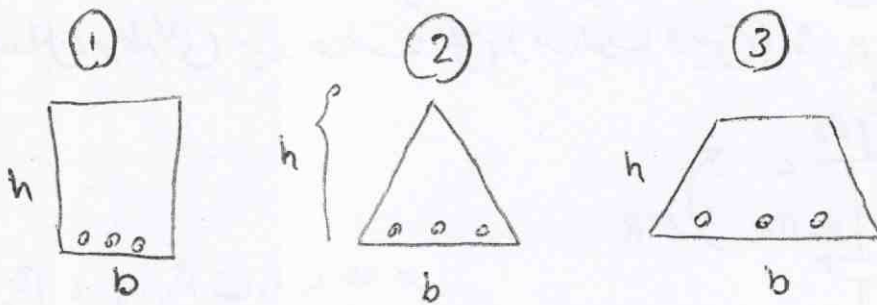
$$m = \frac{\phi_s F_y}{\alpha_1 \phi_c f_c} = \frac{0.85 \times 300}{0.8 \times 0.65 \times 30} = 16.34$$

$$M_R = 0.0139 \times 300^3 \times 0.85 \times 300 \left[1 - 0.5 \times 0.0139 \times 16.34 \right] = 84 \times 10^6$$



مدرس: جناب آقای دکتر رستنی

جنبه دوم کلاس محاسبات :



اگر f_c و f_y یک مقطع برابر باشند
مقدار همگی برابرند :

$$M_{R1} > M_{R2} > M_{R3} \quad (1)$$

$$M_{R3} > M_{R2} > M_{R1} \quad (2)$$

$$M_{R1} = M_{R2} = M_{R3} \quad (3 \checkmark)$$

$$M_R = A_s \phi_s f_y (d - 0.5a)$$

$$M_R = \rho b d^2 \phi_s f_y (1 - 0.5 \rho m)$$

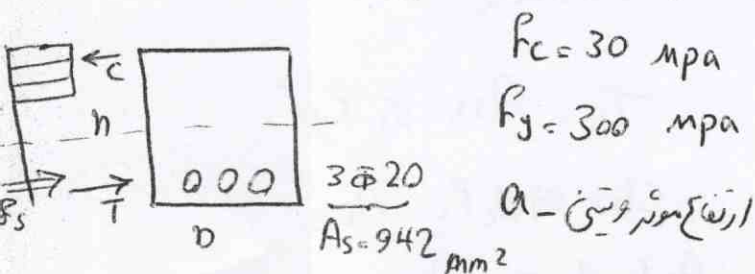
$$\rho = \frac{A_s}{b d}$$

$$m = \frac{\phi_s f_y}{\alpha_1 \phi_c f_c}$$

$$a = \frac{A_s \phi_s f_y}{\alpha_1 \phi_c f_c \cdot b}$$

ماله
تا وقتی به شکل α اگر در حد میسر کشش α با هم برابر باشند در آن صورت کمتر مقدار همگی شکل
بیشتر است ؟
 $M_R = \rho b d^2 \phi_s f_y (1 - 0.5 \rho m) \quad 3 > 1 > 2$

(EXP) مقطع مستطیلی را در نظر بگیرید از ارتفاع مؤثر بزرگ و تنی را 25 درصد افزایش دهیم
چگونه کشش میسر کشش α طراحی شده در این حالت به چه مقدار افزایش پیدا می کند ؟
با فرض ثابت بودن بقیه پارامترها :



$$f_c = 30 \text{ mpa}$$

$$f_y = 300 \text{ mpa}$$

$$a = \text{ارتفاع مؤثر و تنی}$$

$$3 \phi 20$$

$$A_s = 942 \text{ mm}^2$$

جواب :

$$a = 1.25 a_{\text{قدیم}}$$

$$\sum C - \sum T = 0$$

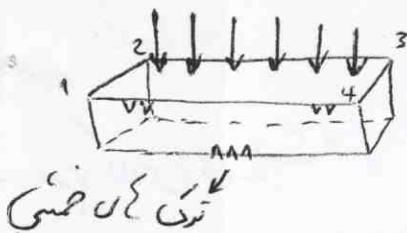
$$C = T$$

$$\alpha_1 \phi_c f_c \cdot b \cdot a = A_s \cdot \phi_s f_y$$

25% افزایش α $\downarrow$ $\downarrow$ 25% افزایش A_s

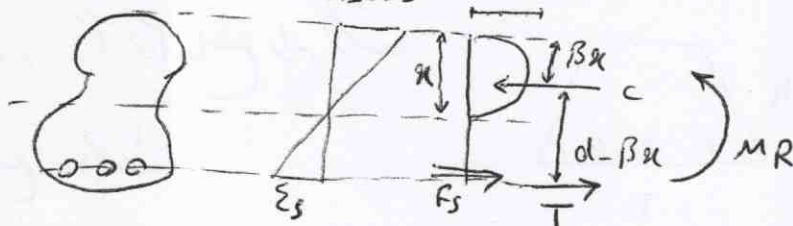
$$A_s = 1.25 \times 942 = 1177.5$$





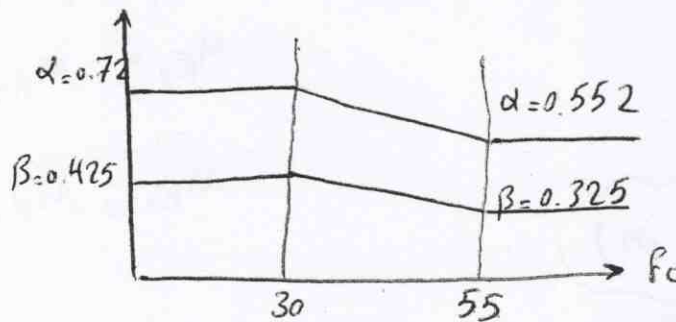
تیرک های خمشی

تحلیل و طراحی تیر در حالت کلی (غیر بیلوک وینی) : $\alpha \phi_c f_c$ 0.0035

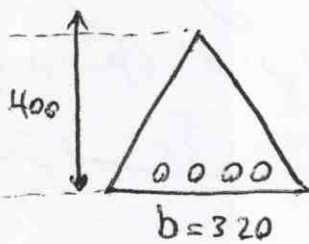


α و β با ϕ_c و f_c متفاوت بوده و در حالت کلی بررسی می شوند.

α, β وابسته به f_c



مقطع مثلثی تیر تحت خمشی را با مفروضات داده شده در نظر بگیرید. کنترل کنید که آیا مقطع تیر خورده یا نه و در حالت کلی بررسی شود. $f_c = 30 \text{ MPa}$, $f_y = 300$



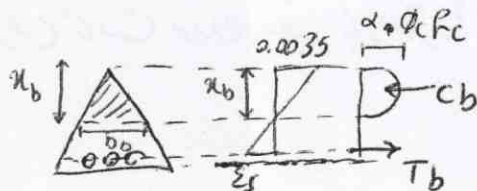
$$4 \Phi 20 \Rightarrow A_s = 1256 \text{ mm}^2$$

$$d' = 50$$

جواب: شرط شکست نرم یا کششی یا شکل پذیری

$$f < f_b \quad \text{یا} \quad A_s < A_{sb}$$

$$M_{R_{max}} \geq M_u$$



$$T_b = A_{sb} \cdot \phi_s \cdot f_y$$

$$C_b = \alpha \phi_c f_c \cdot A_{cb}$$

$$A_{cb} = \frac{1}{2} a_b \cdot b_b = \frac{1}{2} \times 245.2 \times 224.18 = 27484.4$$

$$T_b = C_b$$

$$A_{sb} \times 0.85 \times 300 = 0.72 \times 0.65 \times 30 \times 27484.4$$

$$f_c < 30 \text{ MPa}$$

$$A_{sb} = 1513.3 \Rightarrow A_s < A_{sb}$$

تیر نرم است پس مقطع تیر خورده است.

$$a = \frac{700 d}{700 + f_y} = \frac{700 \times 350}{700 + 300} = 245.2$$

$$\frac{b_b}{320} = \frac{a_b = 245.2}{(400 - 50)} = 224.18$$

ارزش a_b نیست



۷ طراحی میلگرد کمر لازم (As):

راحت ترین روش کنترل - آیین نامه ایران

$$\left\{ \begin{array}{l} 1) \rho_{min} \leq \rho \leq \rho_b \leq \rho_{max} \\ 2) A_{smin} \leq A_s \leq A_{sb} \leq A_{smax} \end{array} \right.$$

نسبت نرم

$$2) \frac{M_u}{M_c} < 1 \quad 3) \text{نسبت نرم}$$

(روش دقیق)

$$A_s = \frac{\alpha_1 \phi_c f_c \cdot b \cdot d}{\phi_s f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_u}{\alpha_1 \phi_c f_c \cdot b \cdot d^2}} \right]$$

if $\alpha_1 \cdot \phi_c f_c \cdot b \cdot d^2 = M_c$

$$A_s = \frac{b \cdot d}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_u}{M_c}} \right]$$

↓
در رابطه بالا را بر d تقسیم کنیم

زیر رادیکال منفی شده پس $\Rightarrow$ if $\frac{2 M_u}{M_c} > 1$
نسبت نرم نبوده پس باید دوباره آرمه طراحی شود.

↓

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_u}{M_c}} \right]$$

(روش تقریبی)

$$A_{s1} = \frac{M_u}{\phi_s f_y (d - 0.5 a)} = d - 0.5 a \xrightarrow[\text{تقریبی}]{\text{روش}} 0.85 d$$

$$A_{s1} = \frac{M_u}{\phi_s f_y \times 0.85 d}$$

اولیه $a_1 = \frac{\alpha_1 \phi_c f_c \cdot b}{\phi_s f_y \cdot A_{s1}}$

$$A_{s2} = \frac{M_u}{\phi_s f_y (d - 0.5 a_1)}$$

$$a_2 = \frac{\alpha_1 \phi_c f_c \cdot b}{\phi_s f_y \cdot A_{s2}}$$

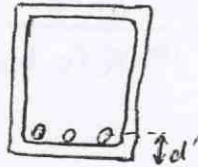
$a_{n-1} = a_n \Rightarrow$ جواب شده $A_{s(n-1)}$
تقریب 0.5٪



طراحی ابعاد : (b.h)
طبق آبا حداقل ابعاد تیر و ستون $b \times h = 300 \times 300$

$$(b.d^2)_{min} = \frac{M_u}{\phi_b \phi_s f_y (1 - 0.5 \phi_b m)}$$

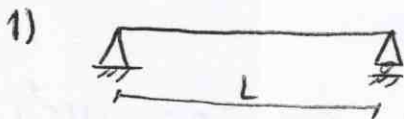
$$d = h - d'$$



$$d' = d_c + d'_b + \frac{1}{2} d_b$$

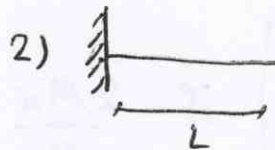
↓ ↓ ↓
کاور خنوت قطرد

حداقل ضخامت یک تیر:

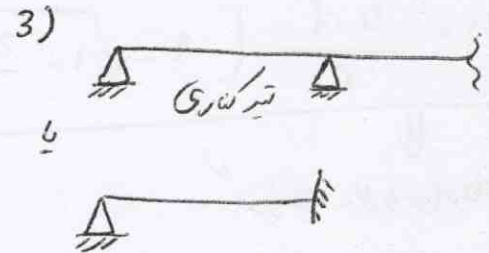


$$h_{min} \geq \frac{\alpha \cdot L}{16}$$

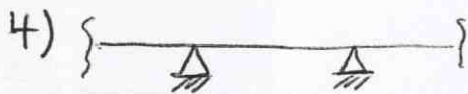
$$\alpha = 0.4 + \frac{f_y}{670}$$



$$h_{min} \geq \frac{\alpha \cdot L}{8}$$



$$h_{min} \geq \frac{\alpha \cdot L}{18.5}$$



دو سر هفت یا دو سر تکیه دار

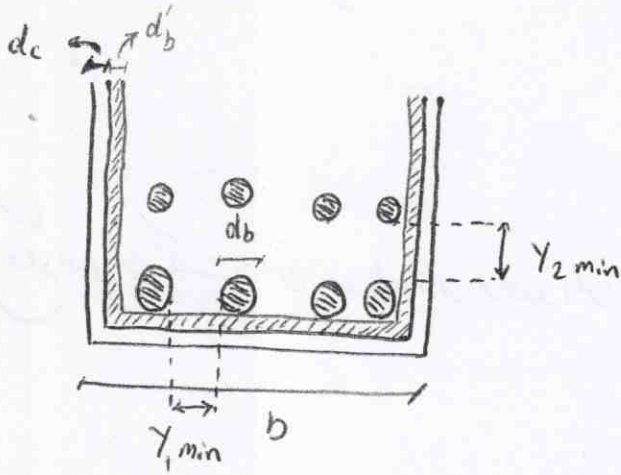


$$h_{min} \geq \frac{\alpha \cdot L}{21}$$

نکته : تمام اعداد و ارقام بالا مربوط به تیرک بوده و می توان آن ها را
برای رال { به کار برد.



تعداد میلبردهایی که در یک سطر می‌توان جا داد: (N):



$$y_{1 \min} = \max \begin{cases} 25 \text{ mm} \\ d_b \\ 1.33 D_{\max} \end{cases}$$

بزرگترین قطر میلگرد

$$N = \frac{b - 2(d_c + d'_b) + y_{1 \min}}{y_{1 \min} + d_b}$$

$$y_{2 \min} = \max \begin{cases} 1.33 D_{\max} \\ 25 \text{ mm} \end{cases}$$

(EXP) مقطع مستطیلی تحت فشار خمشی به ابعاد 350×400 با در نظر گرفتن میلبردهای طراحی از $\Phi 22$ تشکیل شده است. محاسبه کنید تعداد میلبردهایی که در یک سطر قرار می‌گیرند؟

$$d_c = 35 \text{ mm}$$

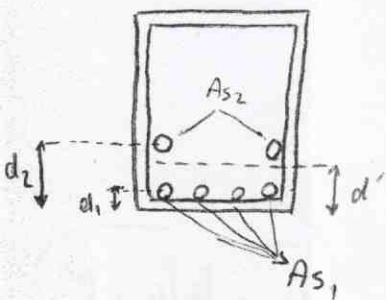
$$d'_b = 8 \text{ mm}$$

$$D_{\max} = 22 \text{ mm}$$

$$y_{1 \min} = \max \begin{cases} 25 \\ 22 \\ 29.26 \end{cases}$$

$$N_s = \frac{350 - 2(35 + 8) + 29.26}{29.26 + 22} = 4.58 \Rightarrow \boxed{N = 4} \Rightarrow \text{مستلزم}$$

به پایین رده کشیده



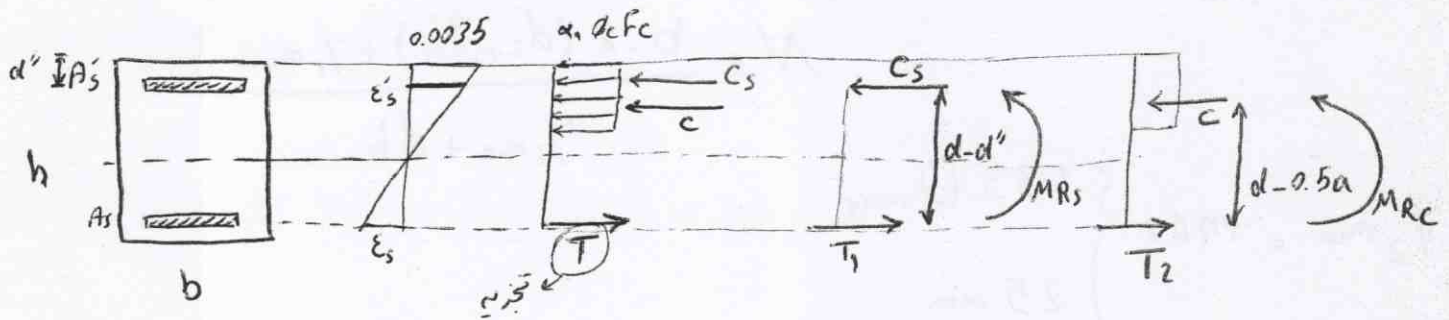
$$d' = \frac{n_1 \cdot A_{s1} \cdot d_1 + n_2 \cdot A_{s2} \cdot d_2}{n_1 \cdot A_{s1} + n_2 \cdot A_{s2}}$$

دوبله آرمه : آرمه

نسبت تندر

$$\begin{aligned} f &> f_b \leq f_{max} \\ A_s &> A_{sb} \leq A_{smax} \\ M_{Rmax} &< M_u \end{aligned}$$

برای جلوگیری از شکست تندر در راه کار وجود دارد
 ۱- با بار افزایش دهیم.
 ۲- در قسمت فشاری میلگرد تعیین کنیم. (دوبله آرمه)



$$\sum C - \sum T = 0$$

$$M_R = M_{Rs} + M_{Rc}$$

$$\begin{cases} M_{Rs} = T_1 \cdot (d - d'') \\ M_{Rs} = C_s \cdot (d - d'') \end{cases}$$

$$\begin{cases} M_{Rc} = C \cdot (d - 0.5a) \\ M_{Rc} = T_2 \cdot (d - 0.5a) \end{cases}$$

$$T_1 = A_{s1} \cdot (A_{s1} \leq A_{sb}) \cdot \phi_s \cdot f_y \quad (1)$$

$$C_s = A_s' \cdot (\phi_s \cdot f_y - \alpha_1 \cdot \phi_c \cdot f_c) \quad (2)$$

$$T_2 = A_{s2} \cdot \phi_s \cdot f_y \quad (3)$$

$$C = \alpha_1 \cdot \phi_c \cdot f_c \cdot b \cdot a$$

$$M_R = A_{s1} \cdot \phi_s \cdot f_y \cdot (d - d'') + A_{s2} \cdot \phi_s \cdot f_y \cdot (d - 0.5a)$$

نسبت تندر
دوبله آرمه

$$\bar{f} > f_b$$

$$\bar{f}_b = f_b + f' \left(\frac{f'_s}{f_y} \right)$$

$$\bar{f}_b = f_b + f'$$

$$\bar{f}_{min} = \alpha_1 \beta_1 \frac{\phi_c f_c}{\phi_s f_y} \times \frac{700}{700 - f_y} \times \frac{d'}{d}$$

$$f' = \frac{A_s'}{A_s}$$



شرط تسلط نرم در دوپله آرمه: $f < f_b$ ① شرط جابر شدن میلبرگشتی در دوپله آرمه
 ② $\bar{f}_{min} < f$ شرط جابر شدن میلبرگشتی در دوپله آرمه

توضیح ① $\Rightarrow f - f_b \leq f' \left(\frac{f'_s}{f_y} \right)$

توضیح ② $\Rightarrow f - f' \geq \alpha_1 \beta_1 \frac{\phi_c f_c}{\phi_s f_y} \times \frac{700}{700 - f_y} \times \frac{d'}{d}$

$M_R = M_{R_s} + M_{R_c} \rightarrow M_{R_{max}}$

طراحی A_s, A'_s

شرط دینامی طراحی $M_R \geq M_u \Rightarrow M_u = M_{R_s} + M_{R_{max}}$

$M_{R_{max}} = A_s b \cdot \phi_s f_y (d - 0.5 a)$ $\begin{cases} a b \leq \beta_1 \cdot \kappa b \\ \kappa b = \frac{700}{700 + f_y} \cdot d \end{cases}$

$M_u - M_{R_{max}} = M_{R_s} \Rightarrow \begin{cases} A'_s = \frac{M_{R_s}}{(\phi_s f_y - \alpha_1 \phi_c f_c)(d - d'')} \\ A_{s1} = \frac{M_{R_s}}{\phi_s f_y (d - d'')} \end{cases}$

$A_{sb} \leq A_{s_{max}} = f_b \cdot d \cdot b$

کلی $A'_s = A_{s1} + A_{s_{max}}$

به چهار دلیل زیر استفاده از میلبرگشتی (دوپله آرمه) مناسب است: باید تعیین شود:

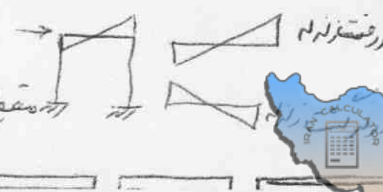
1) $f > f_b$ یا $M_u > M_{R_{max}}$ ، ...

2) به علت راه رفتن روی میلبرگشتی، اگر میلبرگشتی نباشد باعث اجزایی خاصیت و خم می شود.

3) به علت رفتی و برگشتی بودن بارها، امکان دارد در یک آن در تکیه که در وقت بالایی

4)

از این جهت که در این روش میلبرگشتی تأمین می شود.



5) با تغییر مسیری تغییر شکل دراز مدت رخ می دهد (جمع بندی) گفته می شود

$$\Delta L \rightarrow \begin{cases} \Delta_{cp} \\ \Delta_{sh} \end{cases}$$

$$\Delta L = \lambda \cdot \Delta i$$

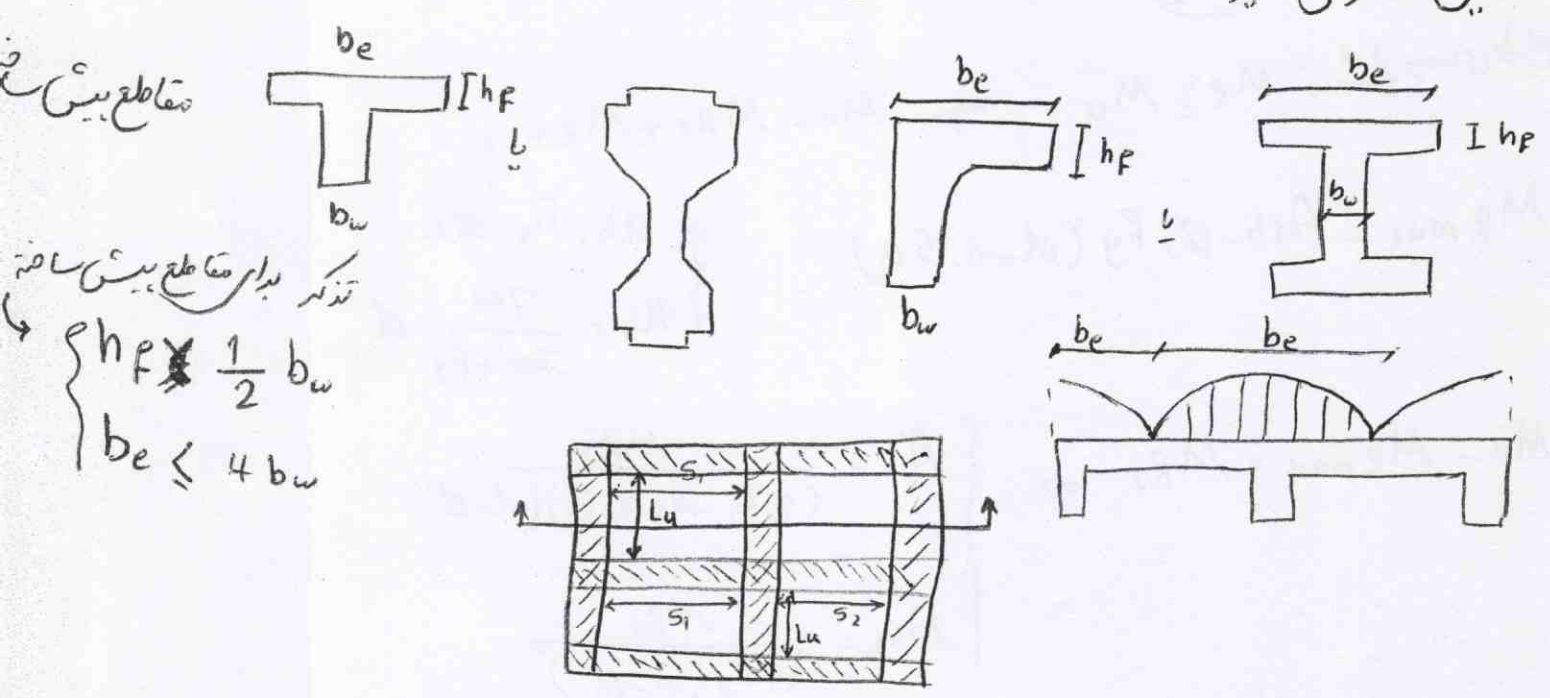
اولیه (بر اساس محاسبه بار انجام می شود)

$$\lambda = \frac{\{ \}}{1 + 50 p'}$$

$$p' = \frac{A_s}{b d}$$

پس الم A_s (مسیر رفتاری) افزایش یابد λ کاهش یافته پس تغییر شکل دراز مدت (ΔL) کاهش می یابد

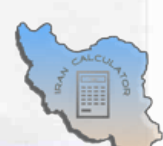
تحلیل و طراحی تیرهای تحت خمش با مقاطع $\square, \Gamma, L, I, T$ شکل:



$$\begin{cases} h_f \leq \frac{1}{2} b_w \\ b_e \leq 4 b_w \end{cases}$$

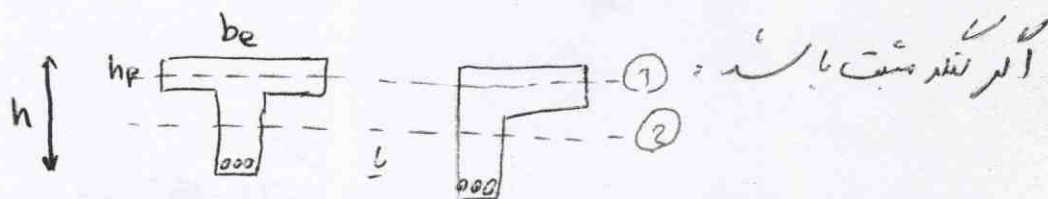
T مقطع $\rightarrow b_e = \min \begin{cases} \begin{cases} \frac{1}{4} L_u & \text{تیر سراسری} \\ \frac{2}{5} L_u & \text{تیر تکیه دار} \end{cases} \\ 16 h_f + b_w \\ \frac{1}{2} (S_1 + S_2) + b_w \end{cases}$

Γ مقطع $\rightarrow b_e = \min \begin{cases} \frac{1}{12} L_u + b_w \\ 6 h_f + b_w \\ \frac{1}{2} S_1 + b_w \end{cases}$



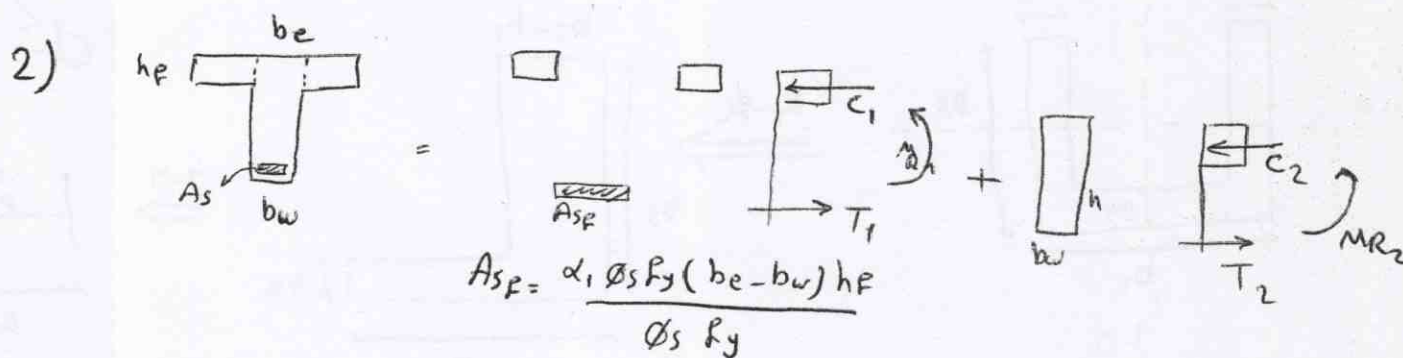
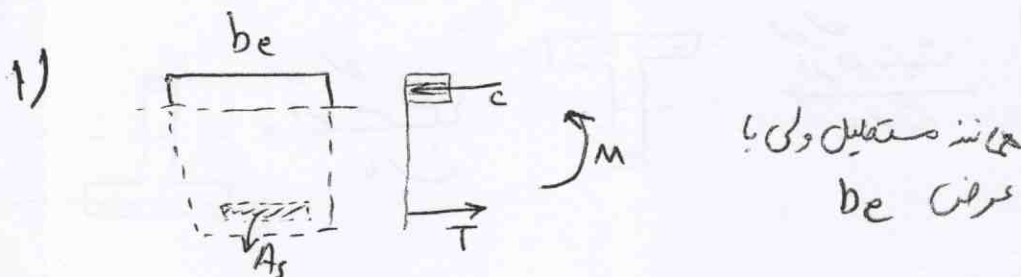
برای طراحی این مقاطع باید نسبت به آنرا توجه شود که اگر نسبت منفی باشد گشت دریا و قرار گشته و همانند یک

مقطع مستطیلی عمل می کند. $b_w \times d$ $b_w \times d$ T C



1) $a \leq h_f$

2) $a > h_f$



$$M_R = M_{R1} + M_{R2}$$

$$M_{R1} = A_{sF} \cdot \sigma_s \cdot f_y \cdot (d - 0.5a)$$

$$M_{R2} = A_{s2} \cdot \sigma_s \cdot f_y \cdot (d - 0.5a)$$

$$f_{min} < f < f_{wb} = f_f + f_b$$

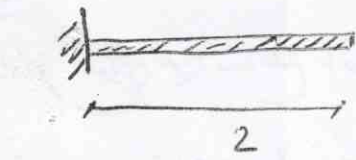
$$f_f = \frac{A_{sF}}{b_w \cdot d}$$

$$f_{min} = \max \left\{ \frac{1.4}{f_y}, \frac{0.25 \sqrt{f_c}}{f_y} \right\}$$

اگر در یک مسئله $f < f_{min}$ باشد (مقاطع مستطیلی، L، مربع، T) باید f را برابر 1.33 f_{min} قرار داد و مسئله را حل کنیم. $f = 1.33 f_{min}$

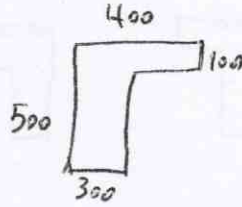
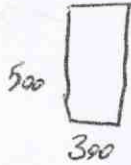
(Exp) : کشیدن طرودان شکل را در نظر بگیرید با دو مقطع زیر

نسبت گشتاور مقاوم خمشی دو مقطع را معادل کنید؟



$$f_c = 30$$

$$f_y = 390$$



1.5 (1)

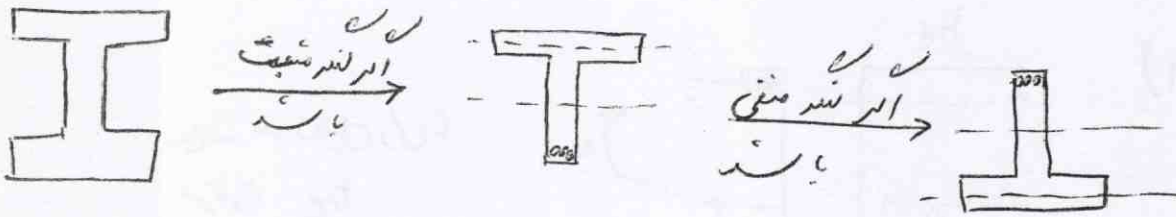
1.3 (2)

1.1 (3)

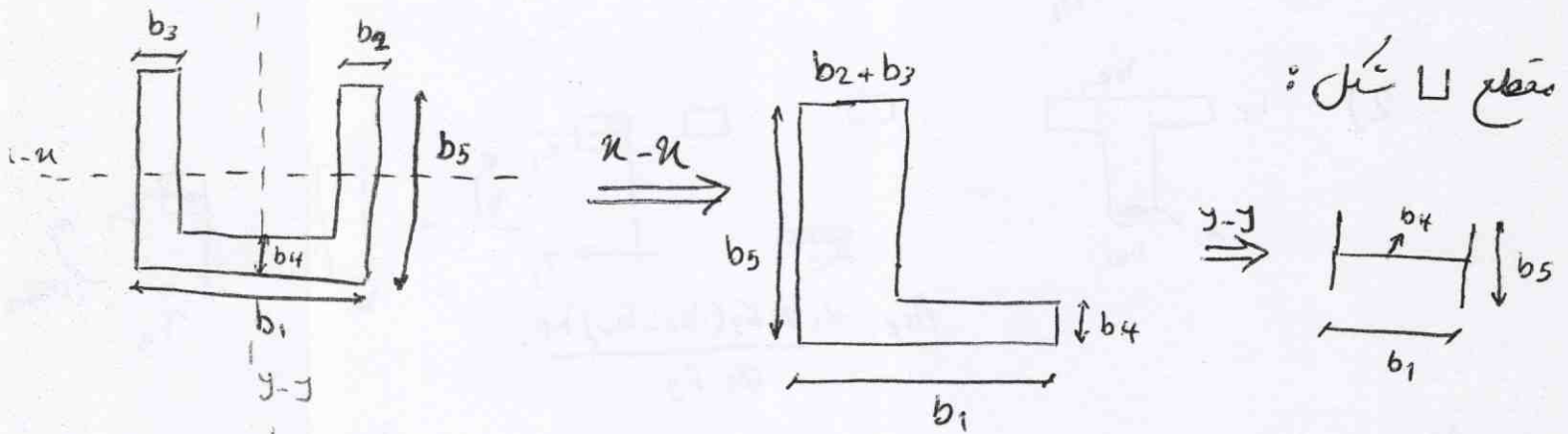
1 (4)

چون گشتاور منطبق با سربیس به صورت مستطیلی عمل می کند.

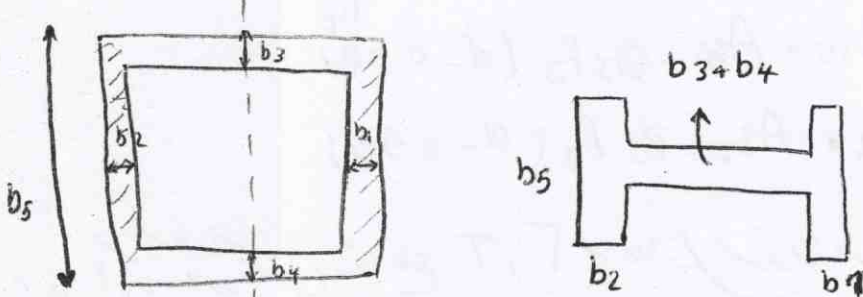
مقاطع I شکل :



مقطع L شکل :



مقطع □ شکل :



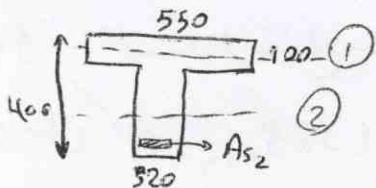
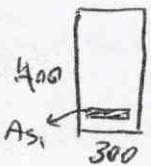
(Exp) : مقاطع مستطیل و T شکل زیر را در نظر بگیرید. نسبت ن دهی برای س کشش و فشرده برابر در دو مقطع

میلبرگی کدام مقطع بیشتر است؟

$$M_u = 150$$

$$f_c = 30$$

$$f_y = 390$$



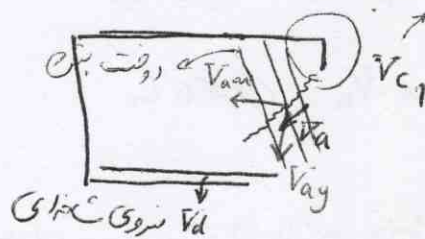
نیروی برشی نهایی: V_u

نیروی مقاوم برشی از بتن $V_c = v_c \times b_w \times d$ $v_c = 0.2 \phi \sqrt{f_c}$

نیروی مقاوم برشی از میلگرد $V_s =$

میلگرد کششی $V_c = V_{c1} + V_{s1} + V_{d1}$
 سندان V_{c1} V_{s1} V_{d1}
 10-15٪ 2-3٪

نیروی مقاوم برشی بتن در قسمت مشاری



زاویه میلگرد با افق: α

$V_s = \frac{A_v}{s} \cdot \phi_s \cdot P_y \cdot d (\sin \alpha + \cos \alpha)$

میلگرد کششی در برشی عمود بر میزان 2-3٪ مؤثرند

$A_v =$ سطح درستان خالص

$\phi_s = 0.85$

مشی برشی کششی P_y

$d =$ ارتفاع مؤثر مقطع

1) if $\alpha = 45^\circ$

$V_s = \frac{\sqrt{2}}{1.41} \frac{A_v}{s} \cdot \phi_s \cdot P_y \cdot d$ (مربع 45°)

2) if $\alpha = 90^\circ$

$V_s = \frac{A_v}{s} \phi_s P_y d$

طبق رابطه 1 اگر خاصیت k را به صورت مربع اوج کنیم به میزان 1/2 نیروی مقاوم برشی افزایش میابد و بدلیل 1 اجزای 1/2 طول ساق خاصیت افزایش یافته و عملاً از 1/2 به 1/6 کاهش میابد 3 جهت ترک مایل

$V_s + V_c = V_R$
 نیروی مقاوم برشی مقطع

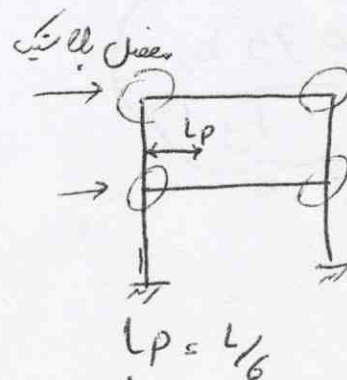
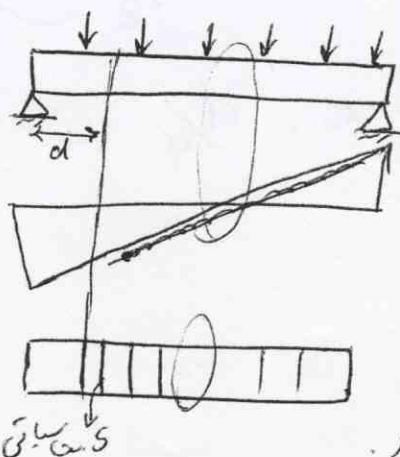
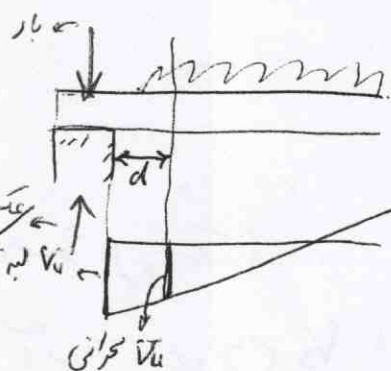
$V_R = V_u$

مشی طراحی

نیروی برشی نهایی محاسباتی

$V_u = 1.25 V_D + 1.5 V_L$

نیروی ایجاد شده توسط بار و مکس العمل آن باعث میشود تا قسمتی از تیر فشرده شده و ترکهای پویا شده میشوند (در واقع ترکها میخورند ولی پویا شده میشوند)



دایره برشی

میلگرد در خاصیت

در این مقطع به کشش باید خاصیت ویریه تعبیه شود

میزان $S = 100 \text{ تا } 150 \text{ mm}$

نوع فاصله خاموت :

(1) شرط طراحی $V_R > V_u$

میزان طراحی $V_R = V_u$

1- خاموت ویژه

2- خاموت محاسباتی

3- خاموت حداقل

(2) شرط طراحی خاموت (محاسبه خاموت محاسباتی)

$$V_u > V_c$$

نیاز به خاموت محاسباتی داریم (S)

$$V_u = V_R = V_c + V_s$$

$$V_u - V_c = V_s$$

$$V_s = \frac{A_v}{s} \cdot \phi_s \cdot F_y \cdot d (\sin \alpha + \cos \alpha)$$

$A_v \rightarrow$

مساحت روستاق خاموت
قطر خاموت اختیاری

قطر خاموت روستاق $\phi 14$ تا $\phi 8$ و در دیوار برشی $\phi 18$ تا $\phi 12$ است.

$$100 > S = \frac{A_v \cdot \phi_s \cdot F_y \cdot d (\sin \alpha + \cos \alpha)}{V_s}$$

اگر $S < 100$ شد باید تعداد خاموت را
افزایش کنیم یعنی ۲ یا ۳ خاموت اجرا شود

3) $\frac{V_c}{2} < V_u \leq V_c \rightarrow$ نیاز به خاموت حداقل داریم
(S_{max})

محاسبه (S_{max})

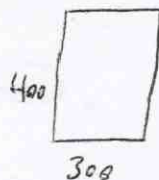
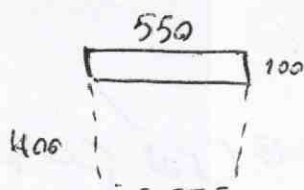
اگر $V_s \leq 2V_c$ باشد $S_{max} = d/2$

اگر $V_s > 2V_c$ باشد $S_{max} = d/4$

$$\left(\frac{A_v}{s} \right)_{\text{حداقل}} = \frac{0.35 b_w}{F_y}$$

رابطه کلی





$$M_R = M_u$$

$$M_R = M_u = \phi_s b_e d^2 \phi_s f_y (1 - 0.5 \phi_s m)$$

$$M_R = M_u = \phi_s b d^2 \phi_s f_y$$

$$f_2 < f_1 \Rightarrow A_{s2} < A_{s1}$$

در هر دو صورت میگرد در T کمتر است

اگر تارخشی ②

در مثال بالا نشان دهید در هر دو صورت کنتی در حالت بالانس در کدام شکل بیشتر است؟ حتی T کمتر از □ است

تارخشی در ① و ②

$$f_b = \alpha_1 \beta_1 \frac{Q_c f_c}{\phi_s f_y} \times \frac{700}{700 + f_y}$$

تارخشی در بال اگر بقیه تفاوتی ندارد

$$f_{bw} = f_p + f_b$$

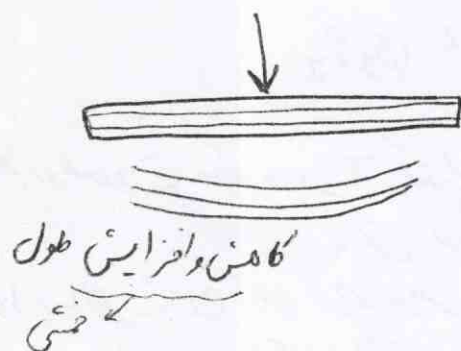
تارخشی اگر درجا بقیه $f_{bw} = f_p + f_b$ خواهد بود

$$f_T > f_{\square}$$

مدرس: حبیب آقای دکتر دشتی

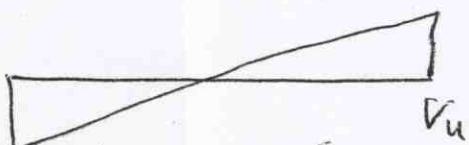
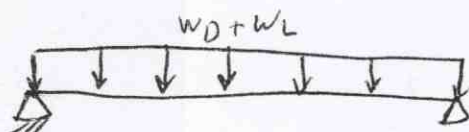
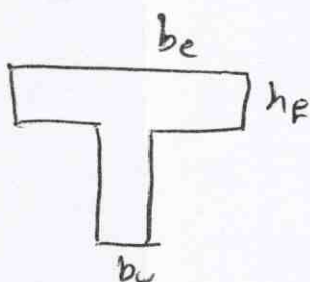
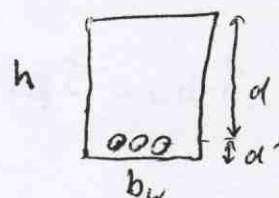
حلبه سیم کلاس محاسبات.

تحلیل و طراحی تیر تحت برش :

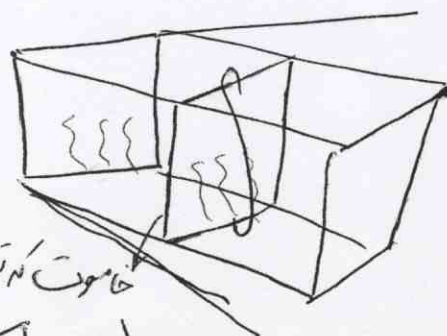


$V_c = 0.2 \phi_c \sqrt{f_c}$ چوب بتن یا مقاومت برشی بتن یا تنش استاندارد برشی بتن

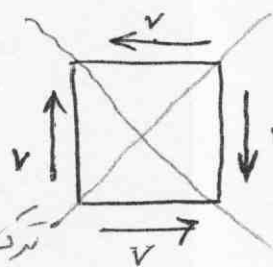
$V_c = V_c \times b_w \cdot d$ $A_d \times \text{تنش} = \text{نیروی مقاوم برشی بتن}$
نیروی برشی که منجر به افت از برش



$V_u \rightarrow$ نیروی برشی خالص است



خاموشی که تنها در نقاط مورد آن برای برش موثر است
در تیرهای سفتی مورد این برش موثر است



تیر

(4) در منطقه مفصل پلاستیک در فاصله $\frac{L}{6}$ خاصیت ویژه باید تعبیر شود. به طاقه 150-100 mm

(5) اگر علاوه بر برش بار محصور داشته باشیم:

$$\bar{V}_c = 0.2 \phi_c \sqrt{f_{c'}} \left(1 + \frac{N_u}{12 A_g}\right) \cdot b_w \cdot d$$

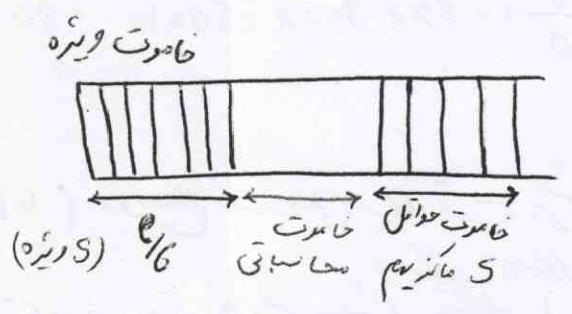
N_u : بار محصور شده
 $A_g = b \times h$

(6) اگر علاوه بر برش بار محصور کششی داشته باشیم:

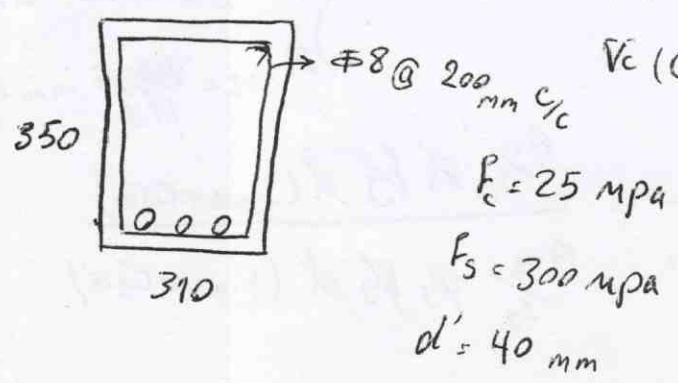
$$\bar{V}_c = 0.2 \phi_c \sqrt{f_{c'}} \left(1 - \frac{N_u}{3 A_g}\right) \cdot b_w \cdot d$$

(7) اگر علاوه بر برش، خمشی داشته باشیم:

$$\bar{V}_c = \left(0.95 \times 0.2 \phi_c \sqrt{f_{c'}} + 12 \rho_w \frac{\bar{V}_u \cdot d}{N_u}\right) b_w \cdot d \leq 1.75 \bar{V}_c \leq \bar{V}_c \times b_w \cdot d$$



(EXP) مقطع مستطیلی شکل زیر را در نظر بگیرید که تحت برش قرار گرفت. محاسبه کنید:



- (1) نیروی مقاوم برشی بتن (نیروی مقاوم تأمین یافته بتن) $\bar{V}_c$
- (2) نیروی مقاوم برشی خاصیت $\bar{V}_s$
- (3) نیروی مقاوم برشی مقطع $\bar{V}_R$

$$d = 350 - 40 = 310$$

$$V_c = V_{cE} \cdot b_w \cdot d = 0.2 \times 0.65 \times \sqrt{25} \times 310 \times 310 \times 10^{-3} \quad V_c = 62$$

$$V_s = \frac{A_v}{s} \phi_s f_y \cdot d (\sin \alpha + \cos \alpha) \quad (\alpha = 90^\circ)$$

$$\Phi 8 \text{ در } 200 \leftarrow V_s = \frac{100.5}{200} \times 0.85 \times 300 \times 310 (1) (10^{-3}) = 39.72$$

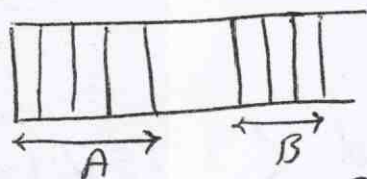
$$V_R = V_c + V_s = 62 + 39.72$$

$$f_c = 25 \text{ mpa}$$

$$f_y = 300 \text{ mpa}$$

$$d' = 5 \text{ mm}$$

(Exp) تیری را مانند شکل زیر در نظر بگیرید با مقطع 300×300 محاسبه کنید
 ۱) نیروی مقاوم برشی خاصیت (در منطقه A و منطقه B)



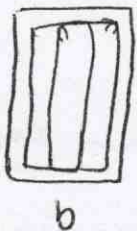
$$\Phi 10 @ 100 \text{ mm} \quad \Phi 12 @ 150 \text{ mm}$$

$$V_s = ? \quad V_s = ?$$

$$V_{sA} = \frac{157}{100} \times 0.85 \times 300 \times 250 \times 10^{-3} = 100$$

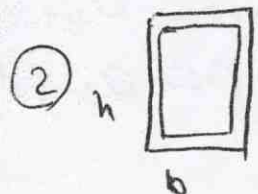
$$V_{sB} = \frac{226}{150} \times 0.85 \times 300 \times 250 \times 10^{-3} = 96$$

(Exp) دو مقطع مستطیلی تیری تحت برش شکل زیر را در نظر بگیرید محاسبه کنید
 نسبت در نیروی مقاوم برشی را ؟



$$2 \Phi 8 @ 120 \text{ mm c/c}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} A_{s8} = 50.26 \text{ mm}^2 \\ A_{s12} = 113 \text{ mm}^2 \end{array} \right.$$

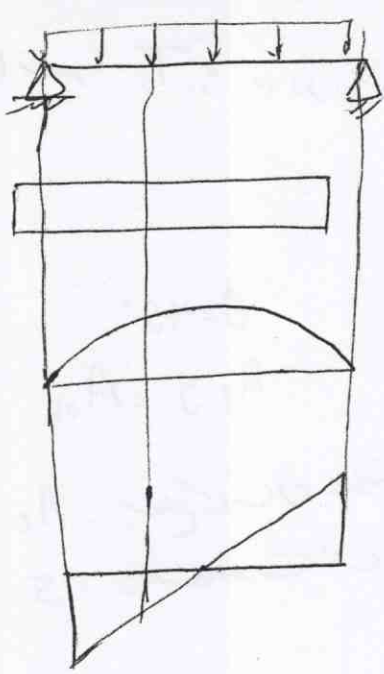


$$\Phi 12 @ 110 \text{ mm c/c}$$

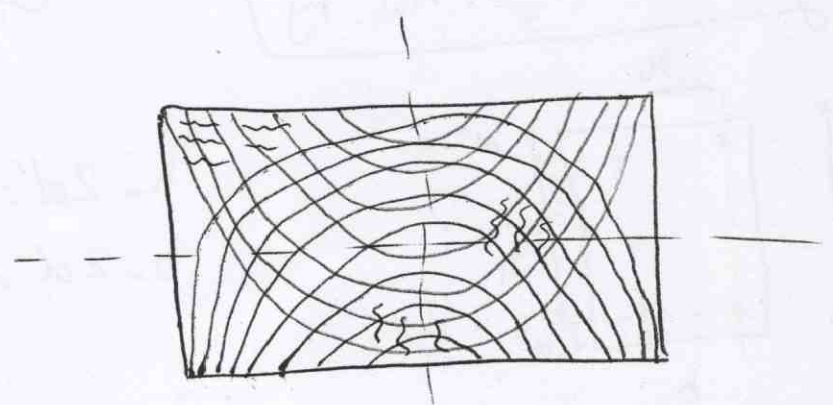
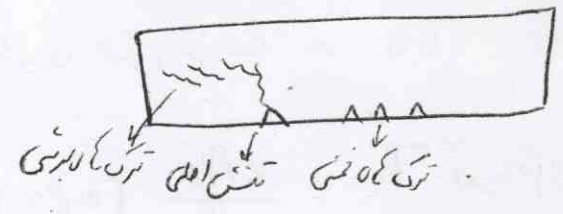
$$\frac{V_{s1}}{V_{s2}} = \frac{\frac{A_{v1}}{s_1} \phi_s f_y \cdot d (\sin \alpha + \cos \alpha)}{\frac{A_{v2}}{s_2} \phi_s f_y \cdot d (\sin \alpha + \cos \alpha)}$$

$$\frac{V_{s1}}{V_{s2}} = \frac{4 \times \frac{50.26}{120}}{2 \times \frac{113}{110}} = \frac{1.67}{2.05} =$$





برشی + ضعیف
تنش اصلی



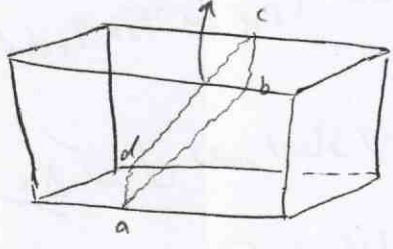
ترک‌ها در جهت عمود بر تنش‌ها می‌باشند

بیعی

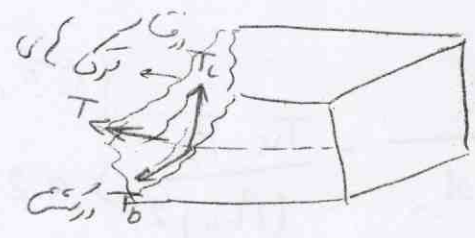
مجموع تغییرات طولی و عرضی برابر جابجایی از ترک‌ها بیعی لازم هستند

$$T_R = T_c + T_s$$

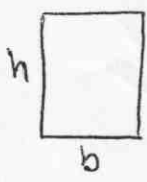
تنش بیعی مقاوم از بتن T_c
تنش مقاوم بیعی از میلبر T_s



warping (امواجی)



$$T_c = 2 \times 0.2 \times \phi_c \sqrt{P_c} \cdot \frac{A_c^2}{P_c}$$



$$A_c = b \cdot h$$

$$P_c = 2(b+h)$$

$$T_c \leq T_{cr} = 2 \times \sqrt{P_c} \cdot \frac{A_c^2}{P_c}$$

روش تئوری خمش مورب

محاسبه T_s به روش انشاکم پذیر { (1) تئوری برای فضای آبا و ACI (2) تئوری خمشی مورب CEB

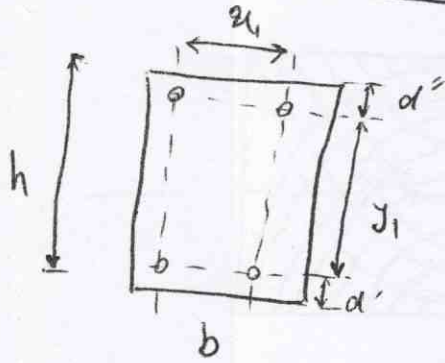
$$T_s = \frac{2A_t}{s} (0.85 \alpha_1 \gamma_1) f_y \cot \theta$$

$$\theta = 45^\circ$$

$$\alpha_1 \gamma_1 = A_{oh}$$

$$T_s = 1.7 \frac{A_t}{s} \cdot A_{oh} \cdot f_y$$

A_t : سطح یک ساق خالص تحت بجهت
 s : فاصله خاموت تحت بجهت



$$h - 2d' = \gamma_1$$

$$b - 2d' = \alpha_1$$

$$d' = d'' \text{ متوسط 90\%}$$

تذکرات مهم:

$$T_R \geq T_u$$

(1) شرط طراحی

$$T_R \leq T_c + T_s$$

T_u : گسرنه خشی طراحی

(تعریف همانند V_u به فاصله d از لبه تکیهگاه)

(2) شرط نیاز به طراحی بجهت $T_u > 0.25 T_c$ یا $T_{cR} = 0.25 \times 0.4 \times \phi_c \sqrt{f_c} \cdot \frac{A_c}{P_c}$

(3) شرط کنترل تغییر ابعاد (چنانچه برش و بجهت را با هم داشته باشیم)

$$\frac{V_u}{b_w \cdot d} + \frac{T_u \cdot P_R}{(A_{oh})^2} > 0.25 \phi_c f_c \rightarrow \text{در ابعاد را افزایش دهیم}$$

$$\frac{V_u}{b_w \cdot d} + \frac{T_u \cdot P_R}{1.7 (A_{oh})^2} > 0.25 \phi_c f_c \rightarrow \text{م.م.م} \rightarrow \text{برای مقاطع توپی شکل}$$

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w \cdot d}\right)^2 + \left(\frac{T_u \cdot P_R}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} > 0.25 \phi_c f_c \text{ در این مقاطع توپی}$$



۴) محاسبه یک خاموت تحت برش

$$T_R = T_u = T_c + T_s \Rightarrow T_R = T_u = T_s = \frac{1.7}{2 \times 0.85} \frac{A_t}{s} A_{oh} \cdot F_y \cdot \cot \theta \quad \theta = 45^\circ$$

چون سطح جریا برش نامعین می باشد ۱۵ درصد کاهش به خاطر آن سطح می باشد

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_u = T_s}{1.7 \cdot A_{oh} \cdot F_y}$$

۵) اگر برش همراه با برش باشد :

الف) محاسبه سطح دوساق خاموت تحت برش

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{\phi_s F_y \cdot d (\sin \alpha \cdot \cot \alpha)}$$

ب) محاسبه سطح دوساق خاموت تحت برش و برش :

$$\frac{2A_t}{s} + \frac{A_v}{s} = \frac{A_{vt}}{s} \geq \frac{0.35 b_w}{F_y}$$

$$S \leq \min \begin{cases} 300 \text{ mm} \\ P_n/8 \end{cases}$$

$$A_{oh} = n_1 \cdot y_1$$

$$P_n = 2(n_1 + y_1)$$

۶) محاسبه میلگرد کلا طولی یعنی (A_L)

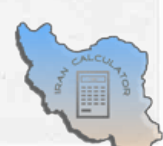
$$A_L = \frac{A_t}{s} \cdot P_n \cdot \cot \theta \quad \theta = 45^\circ$$

تذکره: قطر میلگرد کلا طولی باید بزرگتر از $\frac{s}{16}$ باشد

حداقل چهار میلگرد طولی در گوشه مقطع تعبیه شود که قطر آن باید بزرگتر از $\frac{s}{16}$ باشد

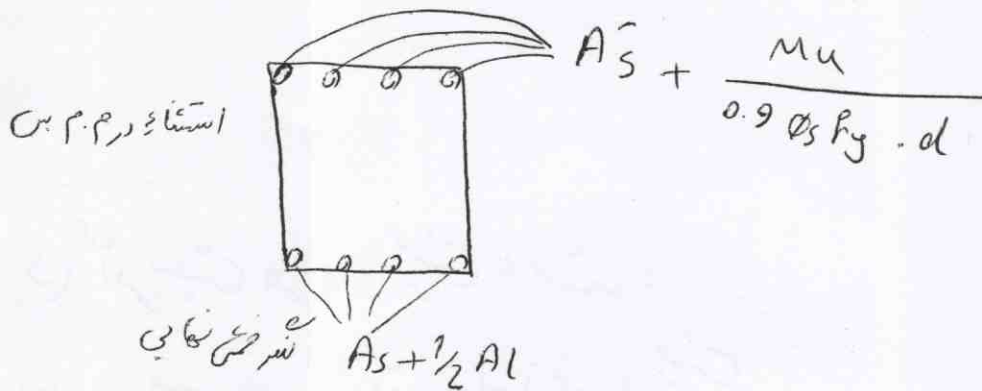
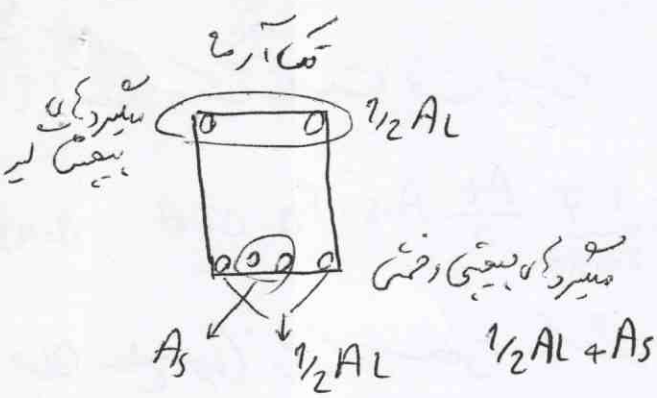
اگر به جای ۴ تا ۶ تا میلگرد داشته باشیم باید به این شکل جانکده امر شوند

در واقع ۴ تا میلگرد ۱۴ بهتر از ۶ تا میلگرد ۱۲ میترسد میل می کند به علت فیدر بهتر

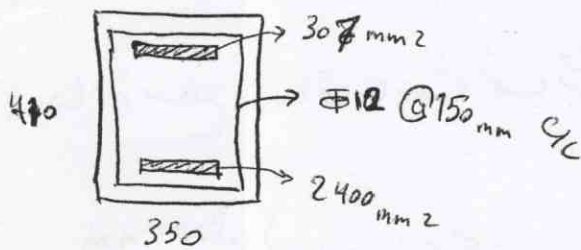


(7) اثر پیچش همراه با خمش باشد:

الف) میلگردهای خمشی را جدا محاسبه نکنند.
ب) میلگردهای طولی پیچشی را جدا محاسبه نکنند.

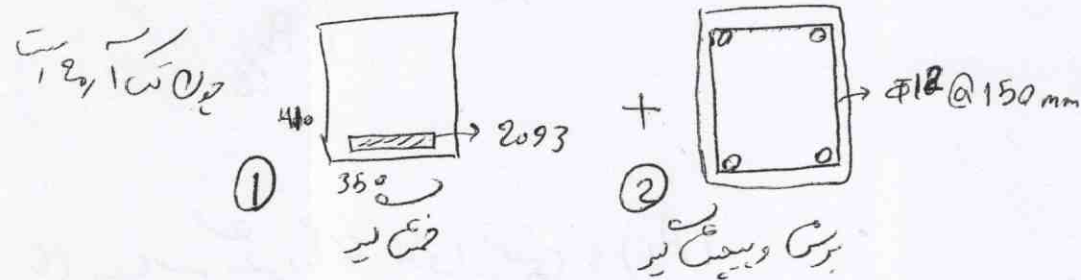


(EXF) مقطع تیر تحت برش و خمش و پیچش مقطع زیر در نظر بگیرید (توجه داشته باشید):



$$2400 - 307 = 2093$$

تک محاسب پیچشی
" " " خمشی (تک آرمه)
نیروی مقاوم برشی



$$① M_R = f b d^2 \rho_s f_y (1 - 0.5 \rho_s m)$$

$$\rho_{min} < \rho = \frac{2093}{350 \times 360} = 0.016 < \rho_b$$

$$\rho_{min} \leq \max \left\{ \frac{1.4}{f_y}, \frac{0.25 \sqrt{f_c}}{f_y} \right\} \leq 0.0046$$

$$\rho_b = \alpha_1 \phi \beta_1 \frac{f_c}{f_y} \times \frac{700}{700 + f_y}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_1 = 0.85 - 0.0015 \times 30 \leq 0.8 \\ \beta_1 = 0.97 - 0.0025 \leq 0.89 \end{array} \right.$$

$$\rho_b = 0.8 \times 0.65 \times 0.89 \times \frac{30}{300} \times \frac{700}{700 + 300} = 0.032 \checkmark \text{ OK}$$

تک محاسب تیر



$$M_R = 0.016 \times 350 \times 3600^2 \times 0.85 \times 300 \left[1 - 0.5 \times 0.016 \times 16.34 \right] \times 10^{-6} = 100.54$$

$$m = \frac{\phi_s R_y}{\alpha_1 \phi_c R_c} = \frac{0.85 \times 300}{0.8 \times 0.65 \times 30} = 16.34$$

$$(2) \quad u_1 = 350 - 100 = 250$$

$$y_1 = 410 - 100 = 310$$

$$AL = \underline{614}$$

2φ14

$$AL = \frac{A_t}{s} \cdot P_h$$

$$P_h = 2(250 + 310) = 1120$$

$$614 = \frac{A_t}{s} \times 1120$$

$$\boxed{\frac{A_t}{s} = 0.55}$$

$$\frac{A_{vt}}{s} = \frac{226}{150} = 1.50$$

$$\frac{A_{vt}}{s} = \frac{2A_t}{s} + \frac{A_v}{s}$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{A_{vt}}{s} - \frac{2A_t}{s} = 1.50 - 2 \times 0.55 = 0.4$$

$$T_R = T_s = 1.7 \frac{A_t}{s} \times A_{ch} \times R_y = 1.7 \times 0.55 \times 310 \times 25 \times 300 \times 10^{-4}$$

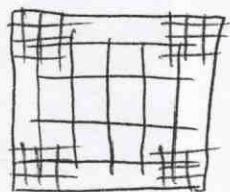
$$\boxed{T_s = T_R = T_u = 30.11 \text{ kN.m}}$$

$$V_s = \frac{A_v}{s} \cdot \phi_s R_y \cdot d = 0.4 \times 0.85 \times 300 \times 360 \times 10^{-3} \quad \boxed{V_s = 36.7}$$



دال :

در دال کی یکطرفه بجهت نداریم و در دال کی دوطرفه به فاصله $L/5$ بجهت داریم.



روش های طراحی دال دوطرفه :

۱) ضراب کله

۲) روش مستقیم D.D.M

۳) روش قلاب معادل

۴) روش پلاستیک

$$\text{نوارستونی داخلی} \quad \min \begin{cases} 2 L_{1/4} \\ 2 L_{2/4} \end{cases}$$

