

در طراحی : تدریجاً موجود اند $\rightarrow$ بر مبنای مقطع به همراه مقدار ممان و محمول اند
در آنالیز : مقطع موجود اند $\rightarrow$ ظرفیت مقطع معلوم است

روش های طراحی و ترکیبات بارگذاری :
هدف طراحی یک ایمنی و قابلیت بهر بهراری است. این بهر بهراری از سازه یا عضو به گونه ای باشد که در کل احساس راحتی ایجاد کند

۱. روش تنش معیار : (ASD)

۲. روش مقطع نهایی : (SDM)

M_n مقاومت اسی $\times \phi$ ضریب کاهش = مقاومت طراحی

مقاومت لازم $>$ مقاومت طراحی
 (M_u) از جدول سازه تقسیم
ماندگار ضریب

$(M_n = \text{ظرفیت نهایی مقطع})$

D: Dead load

اترادی بارها

L: Live load

حاشیه ایمنی $>$ کاهش ظرفیت مقطع

w: wind load

E: Earth quake load

ضریب کاهش مقطع : (ACI 318 - 02) ϕ

مقاطع بتون مسلح : $\phi = 0.9$

مقاطع بتون خالص : $\phi = 0.7$ اعضای بزرگ - $\phi = 0.65$ اعضای کوچک

Subject.

Date.

- حرارتی و شیمیایی $\phi = 0.75$

- لرزه‌ای و باد $\phi = 0.9$

در ACI - (1999) به ترتیب ϕ برابر با 0.75 - 0.9 - 0.75 - 0.85 - 0.75 می‌باشد.

۳. طراحی به روش حالت حدی (Limit States Design) (LSD)

به این روش طراحی بر اساس ضریب بار و مقاومت نیز انجام می‌دهند (LRSD). این روش اساس طرح آیین نامه اروپا است. این روش مبتنی بر تعانیم احتمالات است. احتمال شکست یک بار از حد حتمی با بارورد کمتر از مقاومت R و تعانیم بالایی از اثرات بار ای و تعانیم از این بار $S \gg R$ است. فاکتور ایمنی α را داریم:

$$\phi R_n \geq \alpha S_n$$

R_n = مقاومت اسمی که بر اساس خصوصیات و ابعاد اسمی بارده مطابق روش

ϕ = ضریب کاهش مقاومت که کوئید ترازی در بارشد و منحل شدن ابعاد و دینار با معلوم

حدهای R_n می‌باشد.

S_n = تأثیر اسمی بار بر اساس بارهای مفروض می‌باشد.

α = ضریب ایمنی بار

$\phi_c = 0.75$ برای مقاومت بتن

$\phi_s = 0.85$ برای فولادهای

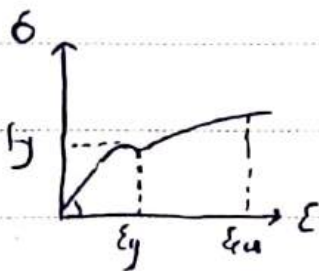
در کنترل تنش
مقاومت

منابع گسترده

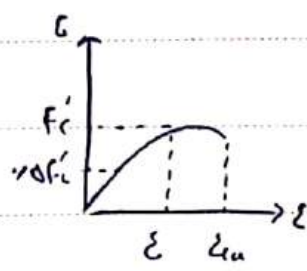
$$\phi_s f_y$$

$$\phi_c f'_c$$

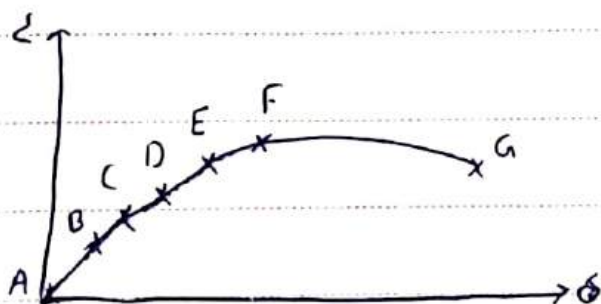
در مراحل ابتدای تنش ها کم و لغول است. رفتار مقطع فعلی ترک نخورده است. در حالت ترک نخورده بارهای وارده کم و حد اکثر تنش در کسب مقدار کم و ترک خوردگی دهند ایجاد نشده. در ناحیه BC بار بسته شدن. فشرده تغییر شکل های پلاستیک در سست کسب مقطع رخ دهد. تنش در دورترین تار کسب مقطع در حال ترک شدن به F_y است. بعد از آن از کرانه سطح مقطع عبور کند. در مرحله بعد ترک خوردگی رخ دهد. در نقطه C اولین ترک خوردگی رخ دهد و تنش در دورترین تارهای به حد الاستیک برسد. به این تارها، تارهای خورگی گفته می شود. در ناحیه CD تعداد ترک ها در ناحیه میان تیر رخ دهد. به ازای ترک خوردگی تن بار به سلبید دورین شود و تنش تارهای در آن رخ دهد. در D ترک ها متوقف و با افزایش بار عقب ترک ها افزایش یابد و ترک ها باز شوند. رفتار فعلی مقطع در ناحیه تارهای یعنی تنش مقدار تنش هنوز زیر F_y است. رفتار غیر فعلی تن در رفتار الاستیک فولاد. در F_y تا F_u تنش از حالت فعلی خارج شده می کشد هنوز به F_y نرسیده. به نقطه F_y داریم F_y که نقطه تسلیم فولاد است. در G کرنش در دورترین تار تارهای به کرنش های تن می رسد (محدود).



رفتار تنش کرنش فولاد



رفتار تنش کرنش بتن



از A تا C مقطع الاستیک
از C تا F مقطع الاستوپلاستیک
از F تا G مقطع پلاستیک

برای برسی یک مقطع در آسانسور لیبیک برای دروس قوی از توضع تنش مستطای
معادل با شدت σ_{185} و ارتفاع a استخوان می کنیم. σ ضعیف است نه از روایند
به دست می آید.

عقبات فرضی $\rightarrow \sigma = \sigma_1, \sigma_2$
ارتفاع یکدگر فشاری تنش

$$\begin{cases} \text{if } \sigma_{185} < 2.4 \mu\sigma \rightarrow \sigma_1 = 0.185 \\ \text{if } \sigma_{185} > 2.4 \mu\sigma \rightarrow \sigma_1 = \text{فرود} \end{cases}$$

$$F_c = \text{مقاومت فشاری بتن} = \text{تنش محالترین}$$

$$E_c = \text{کرنش فشرده} = F_c / \text{کرنش فشرده بتن محال}$$

$$E_s = \text{کرنش خمایی} = \text{سختی بتن} = 200000$$

$$E_c = 4700 \sqrt{F_c} \quad E_s = 2 \times 10^5 \mu\sigma$$

$$I_r = \text{مردول لیبیک} = \text{مقاومت فشرده} = \text{تنش کمترین} \text{ لطفه} \text{ ترک خوردگی} \text{ یا ترک تیر} = \frac{PL}{bd^2}$$

$$E_t = \text{کرنش کمترین} \text{ فشرده} \text{ کمترین} \text{ محالترین}$$

$$E_s = \text{کرنش فولاد} \quad E_t = \text{کرنش محالترین} \quad R_s = \text{تنش تسلیم} \quad R_t = \text{تنش فولاد}$$

$$\text{آل} \quad E_s > E_t \quad \Rightarrow \quad F_s = F_t$$

$$E_c = \text{کرنش در درون بار ماری}$$

$$\mu_s = \text{مقاومت فشرده} = \text{فرایند فشرده} \text{ در لطفه} \text{ لیبیک برای}$$

$$\text{تکلفه} = + \quad \Rightarrow \quad \text{پایین کش} \quad \text{بالا کش} \quad (+)$$

$$\text{تکلفه} = - \quad \Rightarrow \quad \text{پایین کش} \quad \text{بالا کش} \quad (-)$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \quad \text{نسبت فولاد}$$

$$\text{محل صفر شده} \text{ کرنش} \text{ به حدی عرضی} = \text{حدود عرضی}$$

با افزایش ϵ محور ضعیف به سمت بالا حرکت می‌کند.
 با افزایش عرض مقطع (b) و مقاومت σ_u (c) ϵ مقطع کرنش فولاد در لحظه نهایی (dy)
 افزایش می‌یابد و شکست مقطع شکل یکنواخت می‌شود.
 باید برابر کردن A_s مقدار ϵ نیز در برابر و با در برابر ρ مقدار ϵ نصف می‌شود.
 با کاهش فولاد موجود در مقطع (A_s) محور ضعیف بالاتر می‌رود و کرنش فولاد افزایش می‌یابد.
 با افزایش کرنش فولاد در مقطع شکل نیز برای افزایش می‌یابد.
 « مقاطع تحت فشار هر عاقلی که سبب افزایش فولاد متوازن مقطع شود شکل نیز می‌باشد »
 شکست نرم نه و اگر را که فولاد تن می‌کند.

هنگامی که تیر تحت بارهای متمرکز قرار گیرد مقطع به صورت الاستیک تبدیل می‌شود و رفتار می‌کند.
 حین سازه می‌تواند در مساحت کمی ترک بخورد و رفتار آن به حالت الاستیک باقی بماند.

با افزایش ϵ فاصله تیرهای کششی و فشاری (بازوهای تیر) $\uparrow$ و ظرفیت ضعیف (نبرد بازو) $\uparrow$

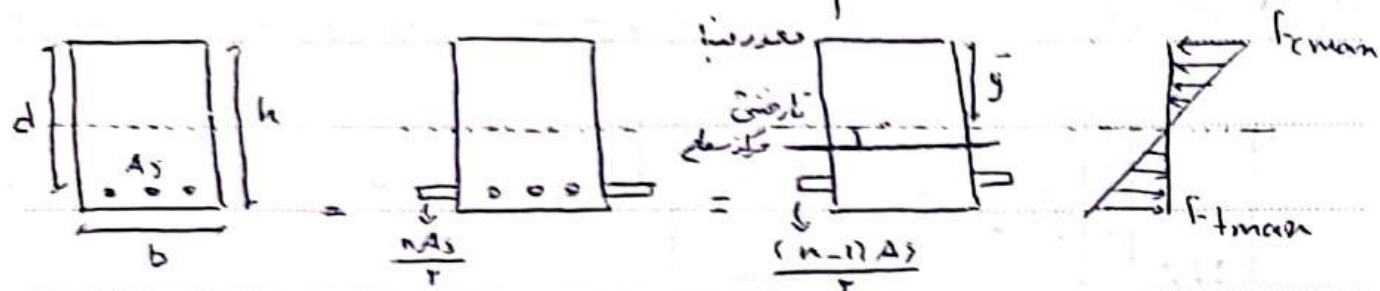
با افزایش فولاد مقطع سطح مقطع اعلا نیز زیاد می‌شود و کرنش حقیقی کم می‌شود تا رضی بین

$$6 = \epsilon \epsilon \rightarrow \frac{F}{A} = \epsilon \rightarrow \frac{F}{A} = \epsilon \quad \text{با توجه به} \quad \begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \end{array}$$

Subject.

Date.

آنالیز برای تیر الاستیک: مقطع تبدیل یافته اصل



d = عمق فاصله مرکز سطح مقطع تا محور خنثی

$$\bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A} = \frac{(b \times h) \frac{h}{2} + (n-1) A_s \times d}{bh + (n-1) A_s}$$

محور خنثی

$$I_{tr} = \frac{bh^3}{12} + bh \left(\frac{h}{2} - \bar{y} \right)^2 + (n-1) A_s (d - \bar{y})^2$$

$$I_y = I_c + A d^2$$

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

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

آنالیز برای تیر الاستیک: مقطع تبدیل یافته اصل
 سطح بایه A_s کم کنیم برابر $\frac{(n-1)A_s}{r}$ می شود. مقطع به تن تبدیل شود

$$\sigma = \frac{M y}{I} \quad f_{cmax} = \frac{M \bar{y}}{I_{tr}} \quad f_{tmax} = \frac{M (h - \bar{y})}{I_{tr}}$$

$$f_s = \frac{M (d - \bar{y})}{I_{tr}} \rightarrow \text{تن در تن مقابله است} \times n = n \frac{M (d - \bar{y})}{I_{tr}}$$

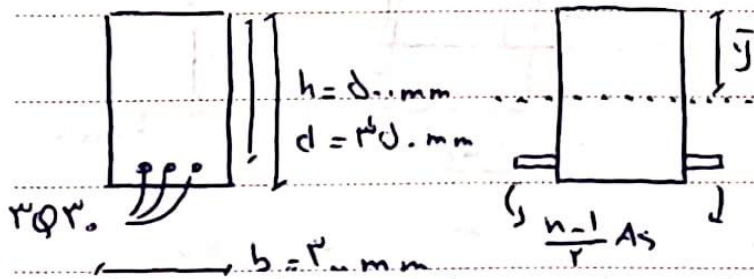
f_r = مدول کشش $\Rightarrow$ وقتی که تنش در درجه ترین تار کشش قطع به f_r برسد فقط لیفت شود
 (تنش ناشی از خش)

$$f_r = \frac{M (h - \bar{y})}{I_{tr}}$$

Subject.

Date.

مثال: یک تیر فولادی و نیز حدالتهنس شیار بین دهنش استی فولاد
که متافرا بالند تیر فولادی هستند برای قطع به است و در $(f_y = 250 \text{ MPa}, f_c = 30 \text{ MPa})$



$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2 \times 10^5}{25 \times 10^3} = 8$$

$$f_c' = 30 \quad f_y = 250 \text{ MPa}$$

تیر فولادی و نیز حدالتهنس شیار بین دهنش استی فولاد

$$(n-1)A_s = 18422.8 \text{ mm}^2$$

$$\mu_{cr} = ? \quad f_{c,max} = ? \quad f_s = ?$$

$$A_s = 3 \times \frac{\pi d^2}{4} = 3 \times \frac{\pi (30)^2}{4} = 2121 \text{ mm}^2$$

$$\bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i} = \frac{(bh) h/2 + (n-1)A_s d}{bh + (n-1)A_s} = \frac{300 \times (250) + (8-1)(2121)(450)}{300 \times 500 + 18422.8}$$

$$= 246.0 \text{ mm} \quad I_{tr} = \sum (I_o + A d^2) = \frac{bh^3}{12} + bh(h/2 - \bar{y})^2$$

$$+ (n-1)A_s (d - \bar{y})^2 = \frac{300 \times (500)^3}{12} + 300 \times 500 \times (250 - 246.0)^2 +$$

$$18422.8 (450 - 246.0)^2 = 3,40 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

$$f_r = 0.17 \sqrt{f_c'} = 3.83 \text{ MPa} \quad \mu_{cr} = \frac{f_r I_{tr}}{h - \bar{y}} = \frac{3.83 \times 3,40 \times 10^9}{500 - 246.0}$$

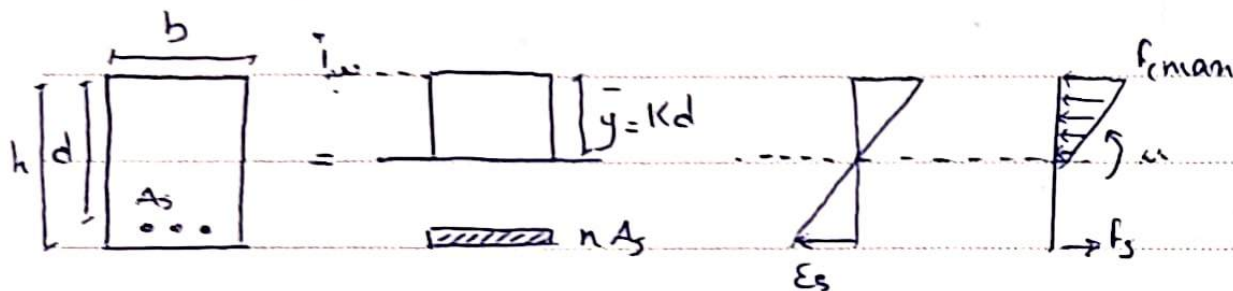
$$= 50.1 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$f_{c,max} = \frac{\mu \bar{y}}{I_{tr}} = \frac{50.1 \times 10^6 \times 246.0}{3,40 \times 10^9} = 3.6 \text{ MPa}$$

$$f_s = n \frac{\mu_{cr} \times (d - \bar{y})}{I_{tr}} = 8 \times \frac{(50.1 \times 10^6)(450 - 246.0)}{3,40 \times 10^9} = 23.8 \text{ MPa}$$

موضوع الاسترلاک: (مثال)

مقطع بتن مسلح طبق قانون هم‌بندی که تحت بار محالک بتن در تحت بار منقطع
تقریباً به صورت خطی کار کند ($f_c < f_{cmax}$)، در ناحیه کشی مقطع بتن ترک نخورد.



$$\bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i} = \frac{(b\bar{y})\bar{y}/2 + nA_s d}{b\bar{y} + nA_s} \rightarrow \frac{\bar{y}}{1} = \dots \rightarrow \bar{y}^2 + \frac{2nA_s}{b}\bar{y} - \frac{2nA_s d}{b} = 0$$

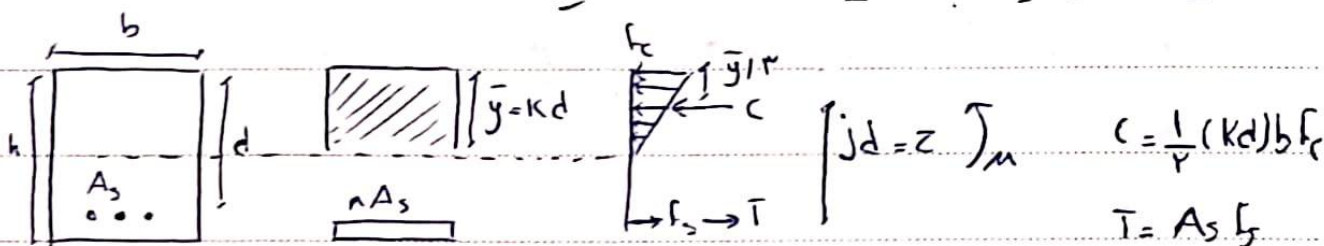
$$A_s = \rho b d \leftarrow \rho = \frac{A_s}{b d} \text{ (نسبت مساحت)} \quad \bar{y} = kd$$

$$k^2 + \frac{2n\rho}{1}k - \frac{2n\rho}{1} = 0 \rightarrow k = -\frac{2n\rho}{1} + \sqrt{\left(\frac{2n\rho}{1}\right)^2 + \frac{2n\rho}{1}} \rightarrow \bar{y} = kd$$

$$\bar{I} + I_r = \sum (\bar{I}_i + A D_i^2) = \frac{b\bar{y}^3}{12} + (b\bar{y})(\bar{y}/2)^2 + nA_s(d - \bar{y})^2$$

$$\bar{I} + I_r = \frac{b\bar{y}^3}{12} + nA_s(d - \bar{y})^2$$

در ناحیه الاسترلاک از بتن ناحیه کشی در تحت بار منقطع.



$$jd = d - \bar{y}/2 = d(1 - \frac{k}{2}) \quad \mu = c z = \bar{I} z$$

$$\begin{cases} f_y = 28 \text{ MPa} & f_s = 18 \text{ MPa} \\ f_c = 42 \text{ MPa} & f_s = 18 \text{ MPa} \end{cases} \text{ : تنش دوازده فولاد}$$

$$f_c = \frac{\mu}{k_j b d^2}$$

$$f_s = \frac{\mu}{A_s jd}$$

Subject.

Date.

مقاومت کشش بین مکانات تحت کشش فالن یا کشش ناشی از فشار اندازه گیری شود.
در مقصوده ۱۵ تا ۱۸٪ مقاومت سازه را در تعریف می شود.

نمونه آلیستیک: تنش کشش لغتاً ترک فوری (شکست) است. $=$ مقاومت فشاری P_r
که کشش ناشی از فشار اتقان را افتد. $P_r = \frac{PL}{bd^2} = 0.142857$

P_r تنش کشش نظیر ترک فوری بین است که در کشش نسبی ϵ_r و در کشش ناشی از فشار
 P_r منقوض می شود

کرنش کشش نظیر تنش کشش حدالتر $\epsilon_r =$

با یکی از سیر شود رفتار یک عنصر فشاری تحت بار به صورت نرم یا ترد باشد میزان فراد
های کشش موضوع در مقطع است. اما میزان فولادهای کشش در مقطع کم باشد جابری
شدن فولادها تحت نیرو در لنگر اتقان را افتد پس در مین با لنگر از ابتدا فولادها تسلیم شده و سپس
تنش به آلیستیک سازه می رسد. اما از میزان فولادهای کشش در مقطع با سیر سیر فولاد
ها تحت نیرو در بالاتر اتقان را افتد پس به درج جابری شدن فولادها با کرنش ناگهانی بین
در ناحیه سازه فرورسیده و آلیستیک اتقان را افتد.

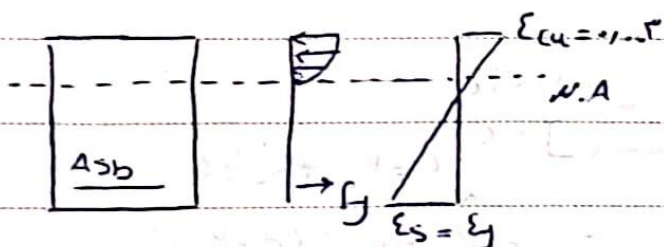
اصل پیریزی: مقدار کرنش ها در یک مقطع فشاری به طور خطی تغییر کند. یعنی مقاطع سطح
عدد به عدد فشاری پس از تغییر شکل فشاری نیز سطح باقی می ماند. پیوستگی بین مین و
فولادها را در صلب دارد.

نوع لستیکتی مقطع :

- ۱- مقطع کم آرمه (کم فولاد) - تحت مسلح $\leftarrow$ $U R$ لستیکتی نوع (عضو مسلح نیوی)
- ۲- مقطع برآرمه (بیش فولاد) - فوق مسلح $\leftarrow$ $O R$ لستیکتی نوع

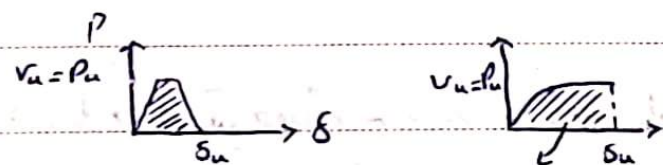
A_{sb} = سطح مقطع فولاد ستون

فولاد مقطع در ست سلفه این که فولاد تسلیم گردد گشتی در قدرین آرمه این مقطع به گشتی برای فور یا ϵ_{cu} می رسد.



۱- با رفتار شکل نیوی باستان دین تغییر شکل های زیاد در یک تیر چسبی به اندام و سالیسی هستند و در نتیجه تغییر شکل می دهند.

۲- با رفتار شکل نیوی تغییر رفتار نیوی برای عضو ایستاده در تیر بلبریم زیر عضو ایستاده می تواند با شکل نیوی زیاد اندکی زیاد از آنکه است.



ضریب اطمینان نیوی زلزله
 $V = C W$ $C = \frac{A B I}{R}$
 ضریب رفتار $R \rightarrow$ ضریب زلزله

ساخته زیر بند را در تیر نیوی است

۱- شکل نیوی تیر $\leftarrow R$ نیوی

۲- شکل نیوی تیر $\leftarrow R$ نیوی

۳- شکل نیوی ایستاده با یک بار تعویض گشتی و نیوی در اعضای بلبریم گردد.

تئوری خمشی در تیرهای پهن در حالت نهایی:

عقاصع مسطح معور به محور خمشی پس از تغییر شکل خمشی نیز مسطح باقی می ماند.
ریالدام کردنش معصوده ضعی است.



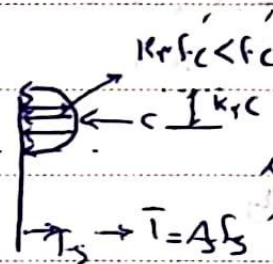
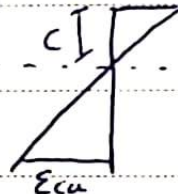
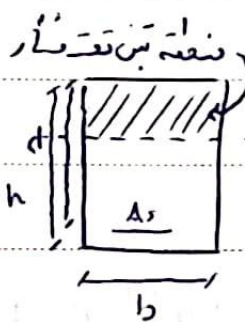
$$\phi = \frac{1}{R} = \frac{\epsilon_c}{c} = \frac{\epsilon_s}{d-c}$$

انفنا ϕ

شعاع انفنا R

بیوتی بنی بن و میلاد برار است

«حالت لقیقی قععه طلع»



$$C = K_1 K_2 f_c' b c$$

$$M_n = C(d - K_2 c)$$

$$= T(d - K_2 c)$$

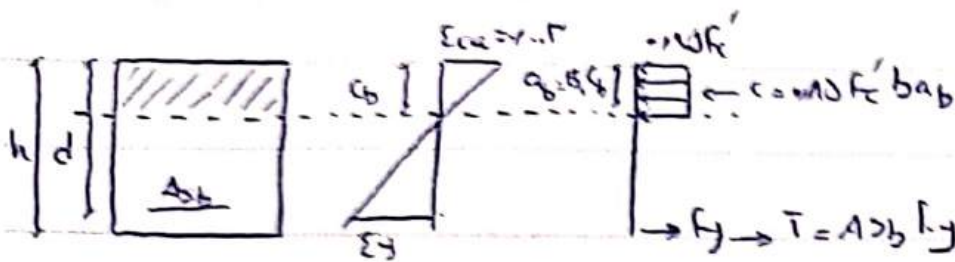
به طاری منحنی سی شکل داتی از بلک کشش دتنی استوار می کنیم. در شرط باید راسه باشد
کی محل نیده برنیدر بلک کشی باید منحنی با فعل اعمال نیده در طینی داتس باشد وایی
قندر نیدر در بلک کشی برابر باشد نیده در منحنی داتس باشد.

انفنا درید قید خمشی به مدنت تغییر زاویه خمشی به ازای طول دای از تبدعریف رسد

نیدر شکل نیدر انفنا ϕ فاصله بین لفته تسلیم فولاد و سکت قععه است.

در حالت سکت بالانش انفنا ϕ است بین لفته سکت و لفته تسلیم فولاد برابر است.

دفعت قدرن حد تنفع سطحی :



for $f_c \leq f_{cr} \rightarrow \beta_1 = 0.85$

for $f_c > f_{cr} \rightarrow \beta_1 = 1.044 - 0.0118 f_c' > 0.65$

از رابطه های بالا داریم $\frac{\epsilon_{cu}}{c_b} = \frac{\epsilon_s}{d - c_b} \Rightarrow c_b = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \frac{f_y}{E_s}} d$

$\frac{\epsilon_{cu} = 0.002}{E_s = 200000} \Rightarrow c_b = \frac{0.002}{0.002 + \frac{f_y}{200000}} d \Rightarrow a_b = \beta_1 c_b = \beta_1 d \frac{0.002}{0.002 + \frac{f_y}{200000}}$

برای برقراری تعادل باید نیروی کششی برابر باشد.

$T = C \rightarrow A_s f_y = 0.85 \frac{f_c'}{f_y} a_b b$

$a_b = \beta_1 d \frac{0.002}{0.002 + \frac{f_y}{200000}} \rightarrow A_s f_y = 0.85 \beta_1 \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{0.002}{0.002 + \frac{f_y}{200000}} b d$

$\rightarrow A_s f_y = \rho_b b d$

$\rightarrow \rho_b = 0.85 \beta_1 \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{0.002}{0.002 + \frac{f_y}{200000}}$

$\begin{cases} A_s > A_{sb} \\ \rho > \rho_b \end{cases} \rightarrow \text{لنگرهای بیش از حد لازم است}$

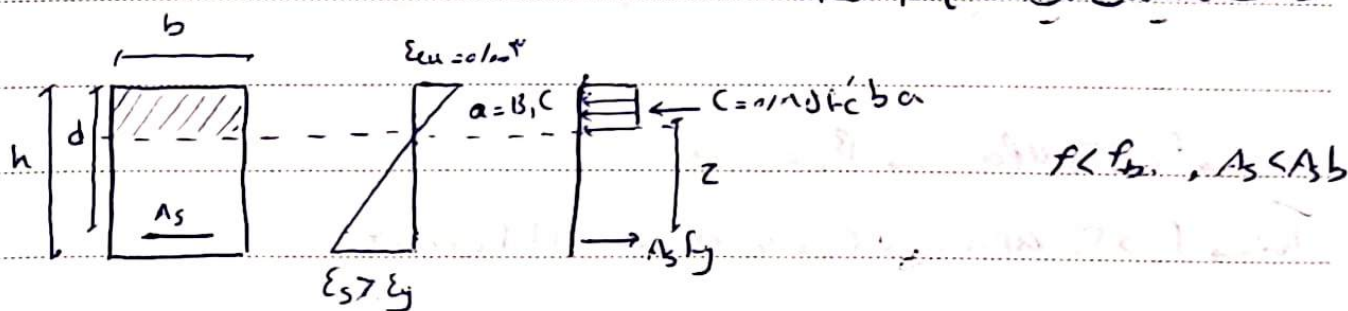
$\begin{cases} A_s < A_{sb} \\ \rho < \rho_b \end{cases} \rightarrow \text{لنگرهای کمتر از حد لازم است}$

$a_b/d = \beta_1 \frac{0.002}{0.002 + \frac{f_y}{200000}}$

الـ $\frac{a}{d} < \frac{a_b}{d}$ ← تدفع لـ ١٠٠٠

الـ $\frac{a}{d} > \frac{a_b}{d}$ ← تدفع لـ ١٠٠٠

حالت لستغفیری در عقول کمالات



حیرانِ حالتِ دلی از رسیدنِ قطع به لطفِ لایقی خوارانِ لیسِ چهره شده اند

$$\bar{T} = C \rightarrow A_3 f_y = \text{omofc'ba} \quad a = \frac{A_3 f_y}{\text{omofc'b}}$$

$$\begin{aligned} \sum M = 0 \rightarrow M_n = Tz = Cz = 7(d - \frac{a}{r}) &= c(d - \frac{a}{r}) \\ M_n = A_s f_y (d - \frac{A_s f_y}{1.7 f_c' b}) &\leftarrow \text{از این رابطه می توانیم } a \text{ را بدست آوریم} \\ \rightarrow M_n = \phi b d^2 f_y (1 - 0.59 \phi \frac{f_y}{f_c'}) &\leftarrow \text{از این معادله} \end{aligned}$$

فَرَسَتِ صَبِيٍّ مَقْعَعٍ تَنَارِهِ دَر لَفْظِ لَسِيقَتِهِ دَر طَعْمِ مَلِّهِ اَز اَعْدَالِ هَر اَدَبِ مَدَرِ كَاهِنِ

وفاوت به نام وفاوت - وفاوت اسو، وفاوت ذواته مرور (۴۸)

تفاوت جنس های (مقاومت مرضی) از حامل فرد - فرد - کادری مقاومت در مقاومت نسبی به است.

مقامت خستى خود را از قطع آن ناله از ده در (M_u) $M_u \leq M_n$

$$\mu_u = 1,2 \mu_D + 1,4 \mu_L \geq 1,5 \mu_D$$

حالت لسیختگی در مقطع برای اعضا:

$$\text{if } \epsilon_s < \epsilon_y \rightarrow f_s = \frac{E_s}{2 \times 10^5} \epsilon_s \quad \Sigma f = 0 \rightarrow a = \frac{A_s f_s}{0.85 f'_c b}$$

$$\frac{\epsilon_{cu}}{c} = \frac{\epsilon_s}{d-c} \rightarrow \epsilon_s = \frac{d-c}{c} \frac{a}{B} \Rightarrow f_s = \gamma - \frac{B(d-a)}{a}$$

ف_s را در فرمول a جایگزین کنیم

$$a + \frac{\gamma - f}{0.85 f'_c} da - \frac{\gamma - f}{0.85 f'_c} B d^2 = 0 \rightarrow a = \frac{1}{2} \sqrt{\gamma^2 + \epsilon B d \gamma} - \alpha$$

$$\alpha = \frac{\gamma - f d}{0.85 f'_c}$$

$$\mu_n = 0.85 f'_c a b \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

در این حالت در لحظه لسیختگی مقطع اندازه‌های کمتر در تسلیم نرسیده‌اند.

ضریب کاهش مقاومت (ϕ)

$$\phi = 0.9 \leftarrow ACI 318-99$$

$$\left. \begin{array}{l} \phi = 0.145 \text{ یا } 0.17 \text{ مقاطع کنترل شده با ضربه} \\ \phi = 0.9 \text{ مقاطع در حالت الاستیک} \\ 0.145 < \phi < 0.9 \text{ ناحیه انتقال} \end{array} \right\} ACI 318-02$$

مقاطع کنترل شده با ضربه و ضربه‌بر سوند که بتوان با لحظه لسیختگی مقطع (یعنی $\epsilon_{cu} = 1.3$) گذشتن فایده در در تیرین فولاد کشی مقطع (۴) کوپلر یا سایر گذشتن تسلیم فولاد باشد.

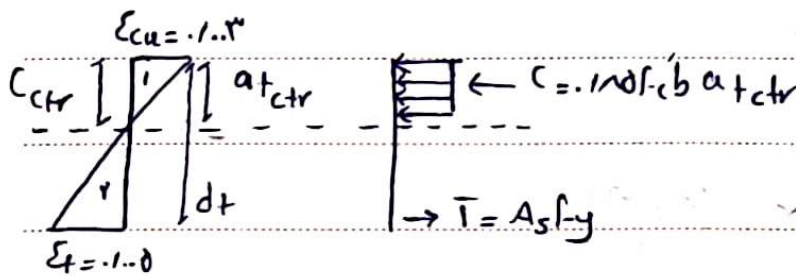
Subject.

Date.

برای فولاد $E_y = 200,000 \text{ MPa}$

برای فولاد های دیگر $E_y = \frac{P_y}{\epsilon_y}$

مقاطع کشیده شده با کرنش معافیتی هستند که در آن ها هفتاد و پنج درصد از کرنش کشیده شده با کرنش خالص کششی در درجه دوم فولاد کششی قطع پذیرند یا مساوی 0.005 باشد.



برای سازه های بت مسلح.

$$\frac{a_{t,ctr}}{B_1} \leftarrow \frac{\epsilon_{cu}}{c_{ctr}} = \frac{\epsilon_{cu} + \epsilon_t}{d_t} \rightarrow \frac{a_{t,ctr}}{d_t} = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_t} \quad B_1 = \frac{3}{8} \quad B_1 = 0.375 \text{ و } B_1$$

if $\frac{a}{d_t} \leq \frac{a_{t,ctr}}{d_t} \rightarrow$ مقطع کشیده شده با کرنش

مقاطع در ناحیه انتقال :

مقاطع هستند که در دست در لغت لیستی از کرنش در درجه دوم فولاد کششی بین حد کشش کشیده شده با کرنش کشیده شده با کرنش خالص کششی در درجه دوم فولاد کششی $(0.005 < \epsilon_t < 0.002)$ باشد. با استفاده از جدولی ضعیف تر می توان ϕ را به دست آورد.

برای فولاد های $E_y \geq 200,000 \text{ MPa}$ $\epsilon_y = 0.002$

به درجه دوم فولاد درجه دوم $\phi = 0.65 + 1.33 \epsilon_t$

با کرنش درجه دوم $\phi = 0.55 + 1.33 \epsilon_t$

Subject.

Date.

مقاومت کشش - کنترل : مقاومتی هستند که هنگام بارگذاری با لقیقگی قطع و حتی که $\epsilon_u = 0.003$ در رسیدن کرنش خالص کرنش در دورترین فولاد کشش قطع ϵ_s بزرگتر از 0.005 باشد. ضریب کاهش مقاومت همواره در این مقاطع $\phi = 0.9$ در نظر گرفته می شود $\epsilon_s > 0.005$

$$\begin{aligned} \text{اگر } \frac{a_{cl}}{d} < \frac{a_s}{d} &= \text{مقاومت کنترل شده با لقیقگی} \\ \text{اگر } \phi_{cl} < \phi &= \text{مقاومت کنترل شده با لقیقگی} \end{aligned}$$

(مقاومت با لقیقگی کنترل ϕ_{cl})

مقاومت ضربه کنترل : مقاومتی هستند که هنگام بارگذاری با لقیقگی قطع و حتی که $\epsilon_u = 0.003$ در رسیدن کرنش خالص کرنش در دورترین فولاد کشش قطع ϵ_s کوچکتر از 0.005 باشد. ضریب کاهش مقاومت در این مقاطع $\phi = 0.75$ در نظر گرفته می شود « صورت استفاده از ملل در بتن در برنج $\phi = 0.75$ است.

(فاصله دورترین فولاد کشش از دورترین آرماتور d)

$$\begin{aligned} \text{اگر } \frac{a_{cl}}{d} > \frac{a_s}{d} &= \text{مقاومت کنترل شده با ضربه} \\ \text{اگر } \phi_{cl} > \phi &= \text{مقاومت کنترل شده با ضربه} \end{aligned}$$

مقاومت در ناحیه انتقال : مقاومتی که هنگام بارگذاری با لقیقگی $\epsilon_u = 0.003$ کرنش خالص کشش در دورترین فولاد کشش آن با بین حد کرنش ϕ_{cl} (کرنش تسلیم) و کرنش ϕ_{cl} (کرنش تسلیم) (0.005) قرار دارد.

~~موضوع: بررسی شرایط استقرار و طراحی سیستم‌های انتقال بار در سازه‌های فولادی~~

~~تاریخ: ...~~

کمترین مقدار فولاد: معادلات مقاومت برای مقطع از المان ترک خوردگی آرمه گفته باشند، تبدیل به رابطه
بعد از ترک خوردگی برای لپتگی شود. حالت شکست بدون همدار و باید از آن به صافیت شود. پس حداقل
فولاد کسری را ضرایب تعیین می‌کنند که با فاصله بعد از اولین ترک خوردگی شکست در اتفاق می‌افتد. پس
لازم است $\mu_n > 1.4$ باشد. بین ترک خوردگی و جابجایی بدون فاصله ایجاد شود.

حد ادنی فولاد کسری: $A_{s,min} = \frac{\sqrt{f_c}}{4f_y} b_w d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w d$

برای مقاطع مستطیلی به صورت: «در حد ادنی» $\rho_{min} = \frac{\sqrt{f_c}}{4f_y} \geq \frac{1.4}{f_y}$
با قراردادن فولاد به میزان ρ_{min} معادله بین لپتگی و ترک خوردگی را حل می‌کنیم. پس حداقل فاصله را می‌توانیم

بیشترین مقدار فولاد: شب امتحان از عدم لپتگی زد، بیشترین مقدار فولاد کسری به صورت

$$A_{s,max} = 1.75 A_{s,b} \quad \text{و} \quad \rho_{max} = 0.175 \rho_b \quad (\text{فولاد ۲۰۲})$$

بعد از ۲۰۲ با محدود کردن کرنش کسری خالص «در دورترین» فولاد کسری تقطیع تعیین می‌شود. ρ سورا

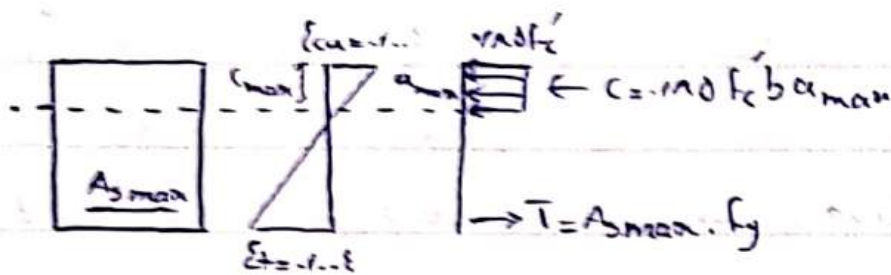
برای کنترل بیشترین مقدار فولاد در تیرهای ارتعاش یکپارچه شایر تندی

در تقاطع براساس فولاد همان عدد (۱) با ۹ براساس فولاد مجاز مقایسه کرد.

~~موضوع: ...~~

محدودیت فولاد حدالحد فولاد حدالحد به تنهایی:

بیشترین مقدار فولاد کششی به اندازه‌ای محدود گردد که کرنش در دو طرف فولاد کششی
کستار ۰.۰۰۴ نباشد. (۰.۰۰۴ > ϵ_t)



$$\frac{\epsilon_{cu}}{c_{max}} = \frac{\epsilon_{cu} + \epsilon_t}{d} \rightarrow \frac{a_{max}}{d} = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_t} \quad \beta_1 = \frac{3}{7} \beta_1$$

$$\frac{a}{d} \leq \frac{a_{max}}{d} \rightarrow \text{یعنی متعلق کم است} \quad a = \frac{0.003}{0.003 + \epsilon_t} \beta_1 d$$

$$a_b = \frac{0.003}{0.003 + \epsilon_y} \beta_1 d \quad \frac{f}{f_b} = \frac{a}{a_b} = \frac{(0.003 + \epsilon_y) \epsilon_s}{(0.003 + \epsilon_t) \epsilon_s} \rightarrow \frac{f_{max}}{f_b} = \frac{0.003 + \epsilon_y}{0.003 + \epsilon_t}$$

$$\rightarrow f_{max} = \frac{0.003 + \epsilon_y}{0.003 + \epsilon_t} f_b$$

باز طریق تاسی $T = C$ داریم:

$$f_{max} b d + f_y = 0.85 f'_c b a_{max} \rightarrow$$

$$f_{max} = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{a_{max}}{d} \right) = 0.134 \epsilon \beta_1 \frac{f'_c}{f_y}$$

در حالتی که فولاد مان کششی در حد ایستایی قرار گرفته باشد:

$$f_{max} = 0.134 \epsilon \beta_1 \frac{d}{d} \frac{f'_c}{f_y}$$

Subject.

Date.

بای بدهند از سکت در بند و داتل اما در بار و تقعه سقفی و کینه

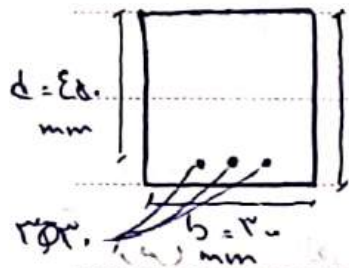
$$A_{s \min} = \frac{\sqrt{f_c}}{f_y} b_w d \geq \frac{1.4}{f} b_w d \quad \text{یا} \quad l_{min} = \frac{\sqrt{f_c}}{f_y} \geq \frac{1.4}{f_y}$$

۱.۱.۴ سادل با مقدار فولاد در مقطع است که لیبلی نرم را تقصین کند.
در مقطع A_s بای بهینه کمتر از $A_{s \min}$ یا l_{min} کمتر از f_{max} باشد زیرا لیبلی نرم را تقصین نکند
۱.۱.۵ بای بهینه کردنش کشش خالص در هد بین فولاد کشش متناظر با حد کنگد مقدار فولاد معیار در مقطع.

Subject.

Date.

مثال: مقطع مستطیلی با ابعاد $b = 300 \text{ mm}$ و $d = 450 \text{ mm}$ ، با فولاد کلاسی $\Phi 30$ داریم. $F_c = 28 \text{ MPa}$ و $F_y = 48 \text{ MPa}$. مقاومت فیزی طراحی بر اساس روش طرح مقاومت؟



$$A_s = \frac{\pi d^2}{4} = 3 \times \frac{\pi \times (30)^2}{4} = 2121 \text{ mm}^2$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{2121}{300 \times 450} = 0.0157$$

برای اینکه بدانیم مقطع کم فولاد یا نه باید ρ را با ρ_b حساب کنیم و با ρ مقطع مقایسه کنیم.

$$\rho_b = 0.185 \beta_1 \frac{F_c}{F_y} \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + F_y} = 0.185 \times 0.185 \times \frac{28}{48} \times \frac{0.003}{0.003 + 0.00185} = 0.0033$$

$\rho < \rho_b \rightarrow$ UR (underreinforced) کم فولاد

$$M_n = \rho b d^2 F_y \left(1 - 0.59 \rho \frac{F_y}{F_c}\right) = 0.0157 \times 300 \times 450^2 \times 48 \left(1 - 0.59 \times 0.0157 \times \frac{48}{28}\right) = 331,03 \times 10^3 \text{ N.m}$$

مقاومت فیزی طراحی ϕM_n ← برای تعیین ϕ گزینش کنیم خالی در جدول زیر را داریم

$$T = C \rightarrow A_s F_y = 0.185 F_c' a b$$

$$\rightarrow a = \frac{A_s F_y}{0.185 F_c' b} = \frac{2121 \times 48}{0.185 \times 28 \times 300} = 110.9 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{110.9}{1.85} = 120.0$$

$$\frac{\epsilon_{cu}}{c} = \frac{\epsilon_t}{d_t - c} \rightarrow \epsilon_t = \frac{d_t - c}{c} \epsilon_{cu} = 0.003 \left(\frac{450 - 120.0}{120.0} \right) = 0.0075$$

حیث بر این اساس $d_t = d = 450 \text{ mm}$

$$\epsilon_t = 0.0075 > 0.005 \rightarrow T.C \text{ گزینش کنیم} \rightarrow \phi = 0.9$$

$$\phi M_n = 0.9 \times 331,03 \times 10^3 = 297,927 \text{ N.m}$$

برای تعیین مقطع از روش زیر نیز می‌توان به دست آورد:

$$\frac{a}{d_t} = \frac{110.9}{450} = 0.246$$

$$\frac{c_{te1}}{d_t} = 0.175 \beta_1 = 0.199 \Rightarrow \frac{a}{d_t} < \frac{c_{te1}}{d_t} \rightarrow T.C$$

Subject.

Date.

مثال: سآل قبل ر در خالی حل ایند که با بعد؟
 $d = d_t = 250 \text{ mm}$, $A_s = 4100 \text{ mm}^2$

$$f = \frac{A_s}{bd} = \frac{4100}{250 \times 250} = 0.104$$

$$f_b = 0.1808, \frac{f_c}{f_y} = \frac{25}{25 + f_y} = 1$$

$$0.1808 \times 31.85 \times \frac{25}{25 + 25} = 0.1025$$

تقطع بر فولاد OR $f > f_b$

گرفتن کسر خالص در دو تین فولاد است $\leftarrow$

$$\epsilon_t = \epsilon_{cu} \times \frac{d - c}{c}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1}, a = \frac{A_s f_y}{\beta_1 f'_c b} = \frac{4100 \times 25}{0.1808 \times 250 \times 25} = 221.9 \rightarrow c = 314.2$$

$$\epsilon_t = 0.1001 < 0.1002$$

ϵ_t کدبتر از حد گشتن سآر گشتل است $\leftarrow$ سآر گشتل

$\phi = 0.145 \rightarrow$ ضریب مقطع بر فولاد

$$\alpha = \frac{f - f_d}{\beta_1 f'_c} = \frac{25 - 0.104 \times 25}{0.1808 \times 25} = 0.3184 \text{ mm}$$

$$a = \frac{1}{\phi} \sqrt{\alpha^2 + \epsilon_{B,d} \alpha} - \alpha = 259.98$$

$$\mu_n = 0.1808 f'_c a b \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 0.1808 \times 25 \times 259.98 \times 250 \times \left(250 - \frac{259.98}{2} \right) = 84518 \times 10^3 \text{ mm}$$

$$\phi \mu_n = 0.145 \times 84518 \times 10^3 = 12255110 \text{ N.m}$$

Subject.

Date.

طراحی بدنه مقطع خنجر:

$$M_n = \phi b d^2 f_y \left(1 - 0.59 \phi \frac{f_y}{f_c} \right) \quad \frac{M_n}{b d^2} = \phi f_y \left(1 - \frac{f_y}{2 \times 1185 f_c} \right)$$

طراحی بدنه به گونه ای انجام شود که $M_u \leq \phi M_n$

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{M_u}{\phi b d^2} \quad m = \frac{f_y}{1185 f_c}$$

$$f - \frac{2}{m} f + \frac{2 R_n}{m f_y} = 0 \quad f = \frac{1}{m} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{f_y}} \right\}$$

$$\text{if } f < f_{min} \Rightarrow \begin{cases} f = f_{min} \\ A_s = \rho_{min} b d \end{cases}$$

$$\text{if } A_s = \rho_{min} b d < A_{s, min}$$

این مقدار را به عنوان مقدار حداقل میگیریم

اگر $f > f_{max}$ انتخاب f از جدول ۱۰۰۰

$f < f_{max}$ به تفصیل بررسی کنیم

$$w = (b h L) (f) = \text{حجم}$$

بزرگترین وزن تیر

$$\text{وزن تیر بر واحد طول} = \frac{b h f}{f} = b h$$

$$\rho_{min} = 1.4 \text{ ton/m}^3$$

میانگین بین ۰.۰۴ - ۰.۱۳۵

$$\frac{f_{tcl}}{\rho_b} = \frac{a}{a_b} = \left(\frac{0.1003 + \epsilon_g}{0.1003 + \epsilon_g} \right) \frac{E_s}{E_s}$$

$$f_{tcl} = \frac{6.0 + f_y}{14.0} \rho_b \quad \begin{cases} f_y = 400 \text{ MPa} \rightarrow f_{tcl} = 198 \text{ MPa} \\ f_y = 300 \text{ MPa} \rightarrow f_{tcl} = 154 \text{ MPa} \end{cases}$$

$$f_{tcl} b d f_y = 0.18 f_c' b a_{tcl}$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = \frac{f}{\lambda} \rho_b \rightarrow f_{tcl} = 0.18 \rho_b \frac{d}{f_y}$$

Subject.

Date.

$$d = h - 65 \text{ mm} \leftarrow \text{الارتفاع من الألياف إلى مركز التسليح}$$

$$d = h - 90 \text{ mm} \leftarrow \text{الارتفاع من الألياف إلى مركز التسليح}$$

$$M_n = \phi b d^2 f_y \left(1 - 0.59 \phi \frac{f_y}{f'_c} \right)$$

$$\frac{M_u}{b d^2 f'_c} = \omega \left(1 - 0.59 \omega \right) \quad \omega = \rho \frac{f_y}{f'_c}$$

$$b d^2 = \frac{M_n}{\phi K_n} = \frac{M_u}{\phi K_n} \quad K_n = f'_c \omega (1 - 0.59 \omega)$$

سؤال: در یک مقطع متساوی الساقی تحت بارهای افقی با فاصله
بردار $M_u = 28.1 \text{ kNm}$ مقدار لازم برای این مقطع را طراحی کنید.

$$f_y = 280 \text{ MPa} \quad f'_c = 25 \text{ MPa} \quad b = 250 \text{ mm} \quad h = 500 \text{ mm}$$

$$d = h - 65 = 435 \text{ mm}$$

فرض فولادهای کسب درجه ۳

$$\rho = \frac{1}{m} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{f_y}} \right\} \quad m = \frac{f_y}{1.85 f'_c} = \frac{280}{1.85 \times 25} = 13.45$$

$$\phi = 0.19 \leftarrow \text{خون مقطع T.C}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{28.1 \times 10^3}{0.19 \times 250 \times 435^2} = 0.02 \text{ MPa} \rightarrow \rho = 0.0098$$

$$\rho_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 f_y} = 0.0057 \quad \rho > \rho_{min} \text{ OK}$$

$$\rho_{min} = 0.0057 > \frac{1.4}{f_y} = 0.0050$$

$$\rho_{tcl} = 0.019 B_1 \frac{f'_c}{f_y}$$

$$B_1 = 0.18 - \frac{0.005}{\sqrt{f'_c}} (f'_c - 28) = 0.18 \rightarrow \rho_{tcl} = 0.0023 \quad \rho < \rho_{tcl} \rightarrow \text{T.C}$$

یعنی مقطع به صورت کسب کنترل عمل می‌کند و $\phi = 0.19$ صحیح است.

$$A_s = \rho b d = 0.0098 \times 250 \times 435 = 1064 \text{ mm}^2$$

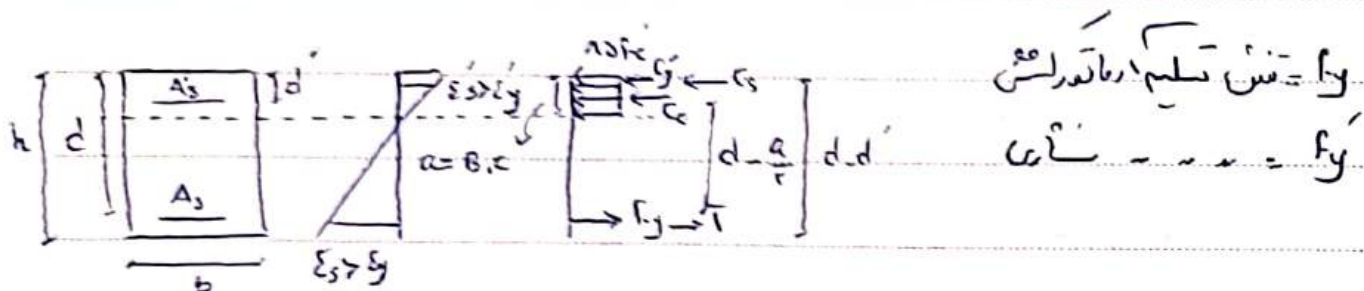
Subject.

Date.

مقاومت خمشی مستطیلی با فولاد مناسب :

$$\rho \leq \bar{\rho}_b \quad \rho \geq \rho_{min}$$

الف) تبارس شدن فولادهای کششی و مناس

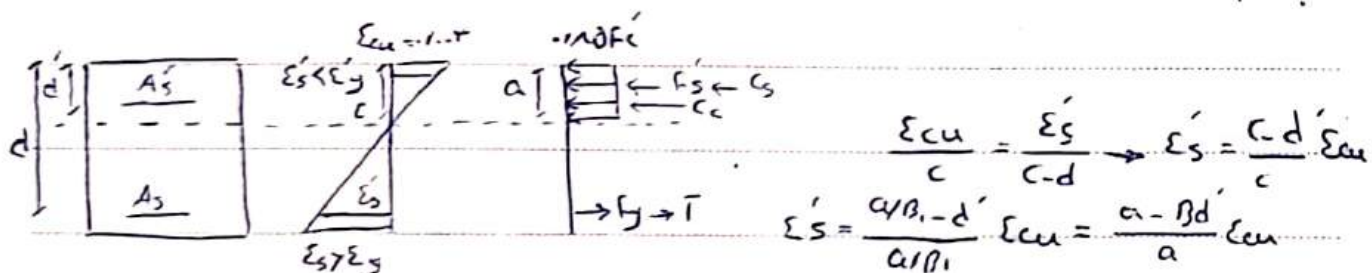


$$T = C + C_s \rightarrow A_s f_y = 0.85 f'_c b a + A'_s f_y \quad a = \frac{(A_s f_y - A'_s f'_y)}{0.85 f'_c b}$$

$$M_n = 0.85 f'_c b a \left(d - \frac{a}{2}\right) + A'_s f'_y (d - d')$$

$$M_n = (f_y - f'_y) b d' \left[1 - 0.59 \left(\frac{f_y - f'_y}{f'_c}\right)\right] + f'_y b d'^2 \left(1 - \frac{d'}{d}\right)$$

ب) تبارس شدن فولادهای کششی و تبارس شدن فولادهای مناس



$$\epsilon'_s = \epsilon - \frac{a - \beta_1 d'}{a}$$

$$\begin{cases} a = \frac{(A_s f_y - A'_s f'_y)}{0.85 f'_c b} \\ f'_s = \epsilon - \frac{a - \beta_1 d'}{a} \end{cases} \rightarrow$$

$$T = C + C_s \rightarrow A_s f_y = 0.85 f'_c b a + A'_s f'_s$$

$$a' + \frac{\epsilon - A_s - A'_s f_y}{0.85 f'_c b} a - \frac{\epsilon - A'_s \beta_1 d'}{0.85 f'_c b} =$$

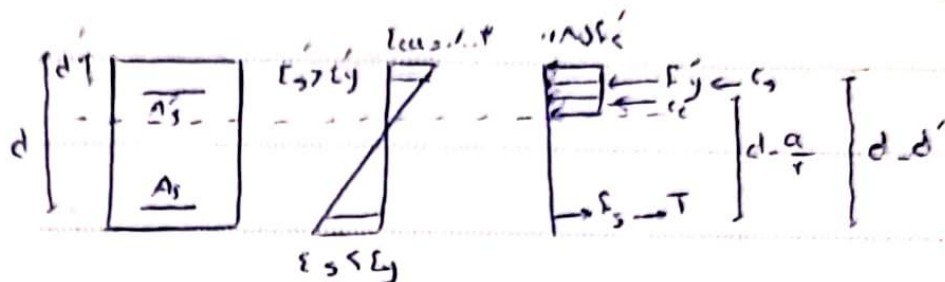
$$M_n = 0.85 f'_c b a \left(d - \frac{a}{2}\right) + A'_s f'_s (d - d')$$

Subject:

Date:

(ج) چارن نشن فولادکشی برابر نشن فولادکشی

$$P > P_b \quad P > P_{min}$$

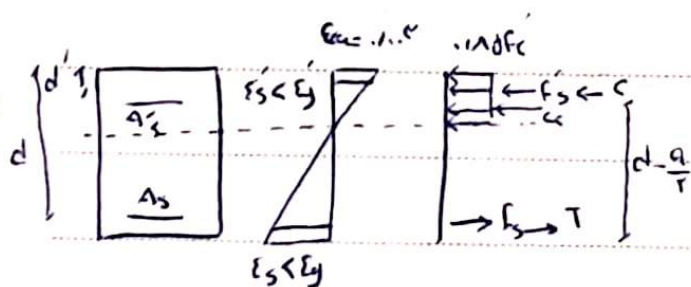


$$T = C = C_c + C_s \rightarrow A_s f_s = 0.85 f'_c b a + A'_s f'_s \quad a = \frac{A_s f_s - A'_s f'_s}{0.85 f'_c b}$$

$$\frac{\epsilon_{cu}}{c} = \frac{\epsilon_s}{d-c} \rightarrow \epsilon_s = \frac{d-c}{c} \epsilon_{cu} \quad f_s = E_s \epsilon_s = \gamma_m \frac{B_1 d - a}{a}$$

$$a^2 + \frac{A'_s f'_s + \gamma_m A_s}{0.85 f'_c b} a - \frac{\gamma_m A_s B_1 d}{0.85 f'_c b} = 0 \rightarrow M_n = 0.85 f'_c b a (d - \frac{a}{2}) + A'_s f'_s (d - d')$$

(ح) چارن نشن فولادکشی کشی د کشی



$$T = C = C_c + C_s \rightarrow A_s f_s = 0.85 f'_c b a + A'_s f'_s \quad a = \frac{A_s f_s - A'_s f'_s}{0.85 f'_c b}$$

$$\frac{\epsilon_{cu}}{c} = \frac{\epsilon_s}{d-c} \rightarrow \epsilon_s = \frac{d-c}{c} \epsilon_{cu} \quad f_s = E_s \epsilon_s = \gamma_m \frac{B_1 d - a}{a}$$

$$\frac{\epsilon_{cu}}{c} = \frac{\epsilon'_s}{c-d'} \rightarrow \epsilon'_s = \frac{c-d'}{c} \epsilon_{cu} \quad f'_s = E_s \epsilon'_s = \gamma_m \frac{a - B_1 d}{a}$$

$$a^2 + \frac{\gamma_m (A_s + A'_s)}{0.85 f'_c b} a - \frac{\gamma_m B_1 (A_s d + A'_s d')}{0.85 f'_c b} = 0$$

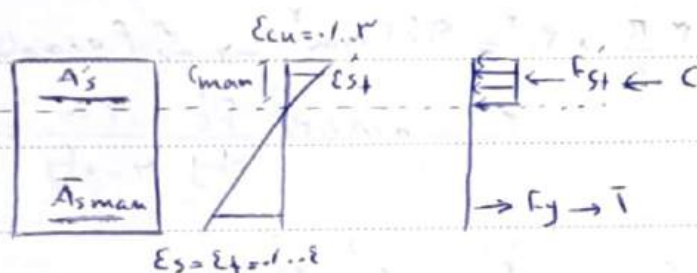
$$M_n = 0.85 f'_c b a (d - \frac{a}{2}) + A'_s f'_s (d - d')$$

محدودیت بیشترین مقدار فولادگی در مقاطع با فولاد مناسی :

$$\bar{P}_{max} = P_{max} + \rho' \frac{f_{st}}{f_y} \Rightarrow \text{ACI 49}$$

حدالته مقدار فولاد طولی باشد که کرنش کمتر از ۱.۴ باشد $\Rightarrow$ با این $\Rightarrow$ ACI ۲.۲

$\bar{A}_{s,max}$ $\rightarrow$ هادالته مقدار فولادگی در مقاطع با فولاد مناسی
در مقاطع مستطیلی با فولاد مناسی و مناسی



$$\epsilon_s = \epsilon_t = 0.004$$

از الرضه در اول تدریس

$$\bar{A}_{s,max} = 0.185 f'_c \alpha_{max} b + A_s' f_{st} \quad \alpha_{max} = \beta_1 d_t \frac{\epsilon_s}{\epsilon_c} \rightarrow$$

$$(\epsilon_{max} = \frac{\epsilon_s}{d_t})$$

$$\bar{A}_{s,max} = 0.185 \epsilon \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} b d_t + A_s' \frac{f_{st}}{f_y}$$

$$f_{st} = \epsilon_s \left(1 - \frac{\epsilon_s}{\epsilon_c} \frac{d_t}{d} \right) \leq f_y$$

$$\bar{P}_{max} = 0.185 \epsilon \beta_1 \frac{d_t}{d} \frac{f'_c}{f_y} + \rho' \frac{f_{st}}{f_y}$$

$$\bar{P}_{max} = P_{max} + \rho' \frac{f_{st}}{f_y}$$

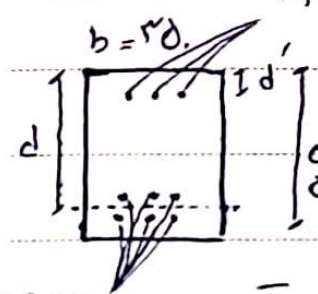
نقش استفاده از فولاد مناسی و فولاد مناسی در مقاطع مستطیلی و دایره‌ای
مستطیلی است. اما در مقاطع دایره‌ای و مناسی با این که مناسی هم استفاده کنیم
فرقی نمی‌کند. لازم داریم بدانیم که در مقاطع دایره‌ای و مناسی در مقاطع دایره‌ای و مناسی
مقابل فرقی این فولاد مناسی و فولاد مناسی که در مقاطع دایره‌ای و مناسی است.

Subject.

Date.

مثال: در یک مقطع مستطیل با ابعاد $b = 35 \text{ mm}$ و $d = 50 \text{ mm}$ فولادهای کلسی 6032 و فولادهای کلسی 302 و ظرفیت فسی برای مقطع μ_n را بدست آورید.
 ($f_c' = 20 \text{ MPa}$ و $f_y = f_y' = 80 \text{ MPa}$)

باید بررسی کرد که فولادها برای تسلیم می شوند یا نه.



$$A_s = \frac{6 \pi}{\epsilon} \times 12^2 = 8120 \text{ mm}^2 \rightarrow \rho = 0.10274$$

$$A_s' = \frac{3 \pi}{\epsilon} \times 12^2 = 992 \text{ mm}^2 \rightarrow \rho' = 0.0058$$

$$\bar{\rho} = \rho_b + \rho' \frac{f_{sb}}{f_y} \quad \rho_b = 0.1803, \quad \frac{f_c'}{f_y} \frac{\gamma - 1}{\gamma + f_y} = 0.0320$$

$$f_{sb} = \gamma - \frac{d'}{d} (\gamma + f_y) \leq f_y' \rightarrow f_{sb} = f_y' = 80 \text{ MPa}$$

$$\bar{\rho}_b = 0.1803 + 0.0058 = 0.1861$$

$\rho = 0.10274 < \bar{\rho}_b \rightarrow$ فولادهای کلسی تسلیم می شوند.

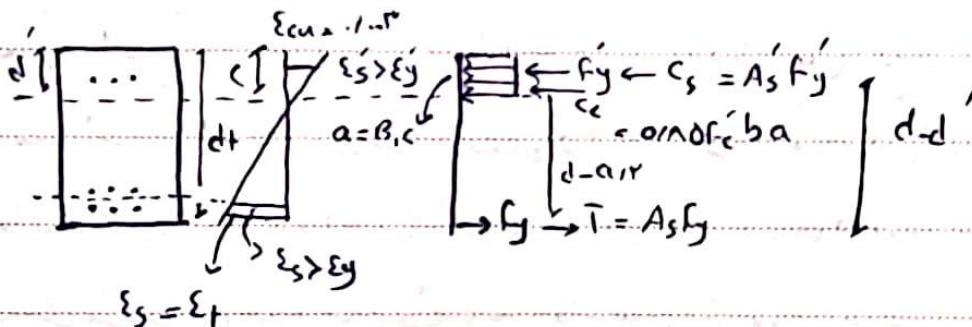
$$\bar{\rho}_{min} = \rho \frac{f_y}{f_s} + 0.1803, \quad \frac{d'}{d} \frac{f_c'}{f_s} \frac{\gamma - 1}{\gamma + f_y}$$

$$\frac{d'}{d} = \frac{50}{40} = 1.25 > 0. \rightarrow f_s = f_y = 80 \text{ MPa}$$

$$\bar{\rho}_{min} = 0.10274 + 0.1803 \times 0.1803 \frac{40}{50} \times \frac{20}{80} \times \frac{\gamma - 1}{\gamma + 80} = 0.10240$$

$0.10240 > \bar{\rho}_{min} \rightarrow$ فولادها تسلیم می شوند. $T = C + C_s$

$$A_s f_y = 0.1803 f_c' b a + A_s' f_y' \quad (d + = \text{فاصله عمیق ترین فولاد از عمیق ترین بارش})$$



$$a = \frac{A_s f_y - A_s' f_y'}{0.1803 f_c' b} = \frac{(8120 - 992) 80}{0.1803 \times 20 \times 35} = 178 \text{ mm}$$

Subject.

Date.

$$M_n = A_s f_y (d - d') + 0.185 f_c b a (d - \frac{a}{2})$$

$$M_n = 1.05 \times 10^4 \text{ N.m} = 105.2 \text{ kN.m}$$

المراد $\bar{P}_{max}$ یعنی بیشترین نرمی
 $\bar{P}_{max}$ - حداکثر درستی در بارهای محموله

$$\frac{\epsilon_{cu}}{c} = \frac{\epsilon_t}{d_t - c} \rightarrow \epsilon_t = \frac{d_t - c}{c} \epsilon_{cu} \quad \epsilon_t = \frac{0.185 \times 175}{174} \times 1.1 \times 10^{-3}$$

$$\rho = 0.148\% + 1.12\% \epsilon_t$$

$$0.10\% < \epsilon_t = 0.100\% < 0.10 - 0$$

$$f_{st} = \epsilon_t \left(1 - \frac{v}{2} \frac{d'}{d_t}\right) \leq f_y \quad f_{st} = f_y = \epsilon_t \times 110$$

$$\rho \leq \bar{P}_{max} = 0.148\% + 1.12\% \frac{d_t}{d} \frac{f_c}{f_y} + \rho \frac{f_{st}}{f_y}$$

$$\bar{P}_{max} = 0.148\% + 1.12\% \times \frac{175}{174} \times \frac{c}{\epsilon_{cu}} + 0.185 \times \frac{\epsilon_t}{\epsilon_{cu}} = 0.14\% > 0.1027\%$$

گرفتگی کمتر خالص در درستی حداکثر

(برای تعیین بیشترین نرمی باید ϵ_t حداقل 0.100% باشد)

در صورتی که بدون حداکثری با افتادن بتن با بریدگی فلز حداکثری معرقتی
 در مقطع بالاتر رود و گرفتگی ایجاد شده در برآمدگی فلز کمتر در لغت نهایی اعتبار یافته و
 بدین شکل زیر ترسیم شود

Subject.

Date.

با اضافه کردن مقدار سار به مقطع در واقع نیز دنا می گنجی د سار است فاذن اما
به علت که قدر سار ارتفاع نافع سار (اما ارتقاع بعد حتی) فاصله دو سار در گنجی
د سار، سینه سده اما در گنجی در تنظیم لکرا می باشد. طریق منقطع زیادتر شد.

با اضافه سده مقدار سار فاذن بالاسن مقطع زیادتر و مقطع گنجی نیز بر سده کم فاذن.

مقاطع خمشی مستطیلی با فولاد ضایعی براساس روش تعاقب :

فولاد مستطوره مقطع در ده فولاد است A_{sb} میزازه فولادهای ضایعی A'_s

فولاد مستطوره مقطع با ضایعی $\bar{A}_{sb}$

برای بررسی مزاجی بودن فولادهای کششی فرض کنیم $A_s = \bar{A}_{sb}$

کشش فولادهای ضایعی مستطوره A'_s

کشش فولادهای ضایعی مستطوره A'_s

اگر $A_s < \bar{A}_{sb}$ یا $f < \bar{f}_b$ = در فولاد - فولادهای ضایعی مزاجی - کششی نرم

اگر $A_s > \bar{A}_{sb}$ یا $f > \bar{f}_b$ = کم فولاد - فولادهای ضایعی مزاجی نرم - کششی سفت

در یک مقطع بتن به A'_s عامل تعیین کننده در جابجایی شدن یا نشستن فولادهای ضایعی ، مقدار

فولادهای کششی موجود در مقطع A_s است . فرضی که اگر میزازه فولادهای کششی از زیر

حد مزاجی بتن باشد نیروی کششی ایجاد شده در مقطع به تعادل نیروی ضایعی مقطع است به اندازه

ای است که در فولادهای ضایعی را به تسلیم برساند این حد مزاجی فولاد کششی $\bar{A}_{smin}$ است

$$\bar{A}_{smin} = A'_s \frac{f_y}{f_s} + 0.185 \rho_1 \frac{f_c}{f_s} \frac{6 - f_y}{6 - f_c} b d'$$

$\bar{A}_{smin}$ = حداقل فولاد کششی لازم در یک مقطع با فولاد ضایعی که فولادهای ضایعی را به مزاجی برساند

اگر $A_s > \bar{A}_{smin}$ یا $f > f_{min}$ = فولادهای ضایعی مزاجی هستند

اگر $A_s < \bar{A}_{smin}$ یا $f < f_{min}$ = فولادهای ضایعی مزاجی نیستند

بلای انسان از عدم کنش نیرو در مقاطع با فولاد مناسب مقدار حدی فولاد کنش به صورتی
 محدود می شود که کرنش کنش خالص در نورترین فولاد کنش در لطفه معایب مقاومت اسن
 کمتر از ۱.۰۰۴ نباشد. $\leftarrow$
 (۴۱۷۰۱۰۰۴)

$\bar{A}_{sman} =$ فولاد کنش حدی در مقطع با فولاد مناسب

$\epsilon_{sman} =$ کرنش فولاد مناسب $f_{sman} =$ تنش فولاد مناسب

$$\bar{A}_{sman} = 0.1348 B_1 \frac{f_c'}{f_y} b d_t + A_s' \frac{f_{sman}}{f_y}$$

$$f_{sman} = \gamma - (1 - \gamma/r \times d'/d_t) \leq f_y'$$

$$\bar{P}_{man} = P_{man} + \rho' \frac{f_{sman}}{f_y}$$

به سه روش می توان حدی فولاد کنش در مقطع با فولاد مناسب را کنترل کرد.

(۱) اگر $\epsilon_f \geq 0.004$

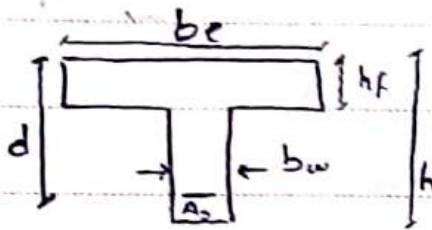
$$\frac{a}{d_t} \leq \frac{a_{man}}{d_t} = \gamma/r \quad (۲)$$

(۳) اگر $\bar{P}_{man} \geq \rho'$

در صورتی که بدون فولادهای کنش با افتادن بتن فولاد مناسب مقدار خشی در مقطع
 بالاترین مقدار کرنش ایجاد شده به استناد درهای کنش در لطفه مناسبی از اسن در مقطع سب تر شود

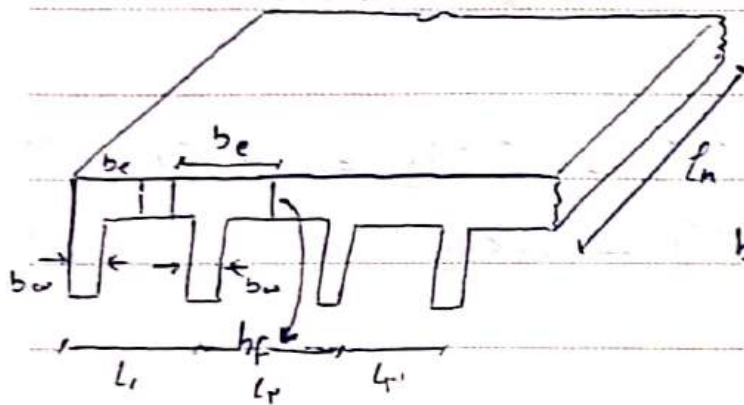
حلیل استخوان از فولاد مناسب در یک مقطع که کم خرافیت می بین در راستای تحمل لنگش می بیند

طراحی مقاطع آسفل یا آسکل تحت اثر خمش :



مقاطع آسفل در سست گسترش مصالح بتن استفاده شده.
در سست سایر مصالح بتنی تأمین شده.

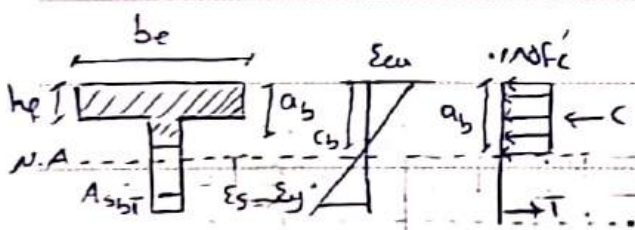
$$b \leq 2b_w \quad h_f \geq \frac{1}{4}b_w$$



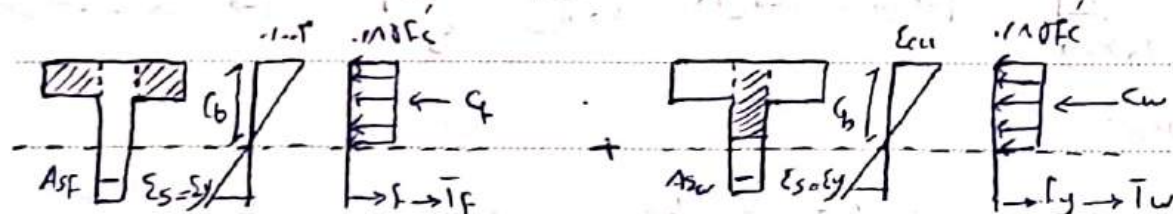
$$b_{eT} = \min \begin{cases} L_n/8 + b_w \\ b_w + 14h_f \\ \frac{L_1 + L_2}{2} \end{cases}$$

$$b_{eL} = \min \begin{cases} b_w + L_n/12 \\ b_w + 4h_f \\ \frac{b_w}{2} + \frac{L_1}{4} \end{cases}$$

باید بررسی کرد که تنش‌های در بال و در سست با از باال گذشتن در جابجایی مطابقت کند.



کمی تغییر در باال + کمی تغییر در سست
در باال و در سست



$$T_f = C_f \rightarrow A_s f_y = 0.180 f'_c h_f (b_e - b_w) \rightarrow \text{(حالت اول)}$$

$$A_s = \frac{0.180 f'_c h_f (b_e - b_w)}{f_y}$$

Subject.

Date.

$$T_w = C_w \rightarrow (A_{s_{bT}} - A_{s_f}) f_y = 0.10 f'_c b_w a_b \quad \rightarrow \text{نمیتیم}$$

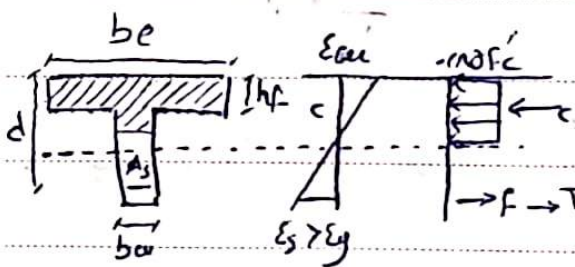
$$A_{s_{bT}} = A_{s_f} + 0.10 \frac{f'_c}{f_y} b_w a_b \quad \frac{\epsilon_{cu}}{c_b} = \frac{\epsilon_{cu} + \epsilon_y}{d} \rightarrow$$

$$c_b = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_y} d = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_y} d \quad a_b = \beta_1 c_b$$

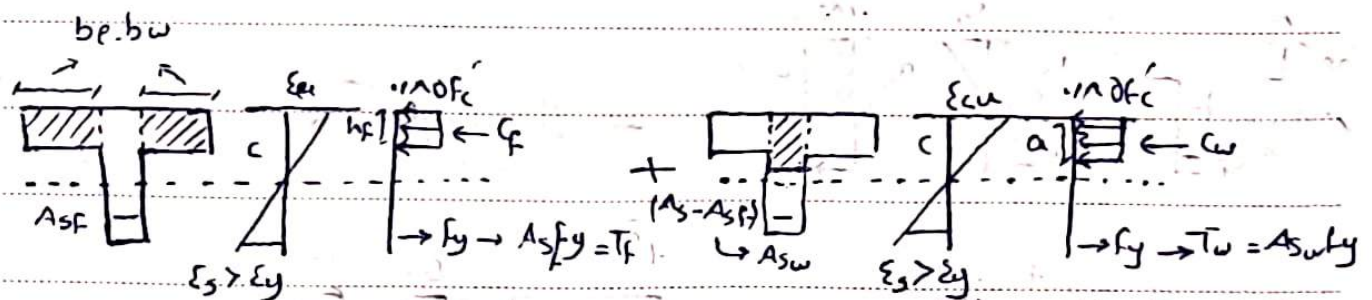
نماد است اسبی فقط خنثی است:

$$A_s < A_{s_{bT}} \leftarrow \epsilon_s > \epsilon_y \leftarrow \text{فقط تحت سلع}$$

$$A_s > A_{s_b} \leftarrow \epsilon_s < \epsilon_y \leftarrow \text{فقط فوق سلع}$$



حالت اول: تبدیل به دو قسمت



M_{nf}

M_{nw}

$$T_f = C_f \rightarrow A_{s_f} f_y = 0.10 f'_c (b_e - b_w) h_f$$

$$A_{s_f} = \frac{0.10 f'_c (b_e - b_w) h_f}{f_y}$$

$$M_{nf} = 0.10 f'_c h_f (b_e - b_w) (d - h_f / r)$$

$$M_{nf} = A_{s_f} f_y (d - \frac{h_f}{r})$$

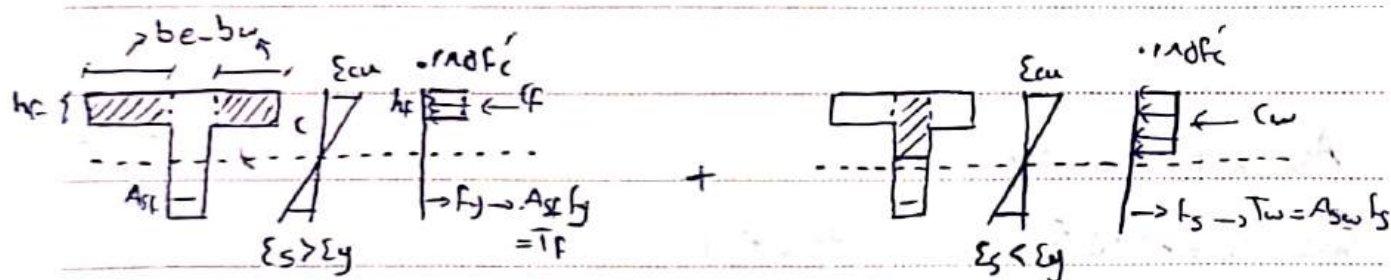
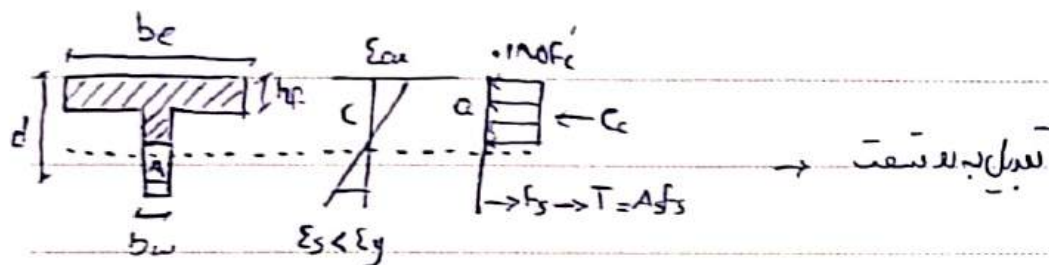
$$T_w = (w \rightarrow (A_s - A_{sf}) f_y = 0.1 \lambda \phi f_c' b_w a \quad a = \frac{(A_s - A_{sf}) f_y}{0.1 \lambda \phi f_c' b_w}$$

$$M_{nw} = 0.1 \lambda \phi f_c' b_w a (d - \frac{a}{2}) \quad M_{nw} = (A_s - A_{sf}) f_y (d - \frac{(A_s - A_{sf}) f_y}{0.1 \lambda \phi f_c' b_w})$$

$$M_{nw} = (f - f_f) f_y b_w d^2 (1 - 0.1 \lambda \phi (f - f_f) \frac{f_y}{f_c'})$$

$$M_n = M_{nf} + M_{nw}$$

حالت دوم:



$$T_f = C_f \rightarrow A_{sf} f_y = 0.1 \lambda \phi f_c' (b_e - b_w) h_f$$

$$T_w + T_f = T$$

$$A_{sf} = \frac{0.1 \lambda \phi f_c' (b_e - b_w) h_f}{f_y}$$

$$A_{sw} f_s + A_{sf} f_y \Rightarrow A_{sw} = \frac{A_s - A_{sf} f_y}{f_s}$$

$$M_{nf} = A_{sf} f_y (d - h_f/2)$$

$$A_s - A_{sf} \frac{f_y}{f_s}$$

$$a^2 + \frac{(4 - \rho + \rho_f f_y) d}{0.1 \lambda \phi f_c'} a - \frac{4 - \rho + \rho_f d^2}{0.1 \lambda \phi f_c'} = 0$$

$$A_{sw} f_s = 0.1 \lambda \phi f_c' b_w a$$

$$M_{nw} = 0.1 \lambda \phi f_c' b_w a (d - a/2)$$

$$(A_s - A_{sf} \frac{f_y}{f_s}) f_s = 0.1 \lambda \phi f_c' b_w a$$

$$M_{nw} = M_{nf} + M_{nw}$$

$$A_s f_s - A_{sf} f_y = 0.1 \lambda \phi f_c' b_w a$$

$$* \frac{\epsilon_{cu}}{c} = \frac{\epsilon_s}{d - c} \rightarrow \epsilon_s = \frac{d - c}{c} \epsilon_{cu}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} \rightarrow \epsilon_s = \frac{\beta_1 d - a}{a} \epsilon_{cu}$$

$$\rightarrow f_s = E_s \epsilon_s = \gamma - \frac{\beta_1 d - a}{a}$$

Subject. _____

Date. _____

برای تعیین ϕ یک نام :

$$A_{smax T} = 0.175 A_{sbT}$$

ACI (318-99)

$$\rho_{max T} = 0.175 \rho_{bT} = 0.175 (\rho_f + \rho_b)$$

if $\epsilon_t \geq 0.003 \rightarrow A_s = A_{smax}$

ACI (318-02)

if $\frac{a}{d} \leq \frac{a_{max}}{d} = \frac{\epsilon}{\beta_1} \rightarrow A_s \leq A_{smax}$

$$\rho_{max T} = \left(0.34 \epsilon \beta_1 \frac{d}{d} \frac{f_c'}{f_y} \right) + \rho_f$$

$$\rho_{max T} = \rho_{max} + \rho_f$$

$$A_{smin} = \frac{\sqrt{f_c'}}{\epsilon f_y} b_w d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w d \quad \rho_{min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{\epsilon f_y} \geq \frac{1.4}{f_r}$$

برای تطبیق از سلب $M_n > M_{cr} \leftarrow$

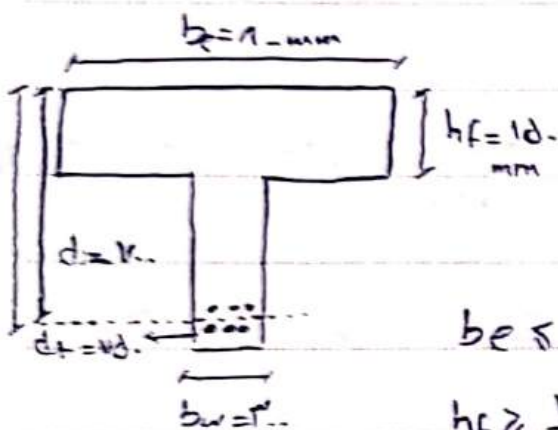
Subject.

Date.

بدین متاع آ شکل که بال در لیس فارم کند (المرتب)

$$\frac{\sqrt{f_c}}{2} b_w d \rightarrow \min(12b_w, b_e)$$

سوال: فرض کنید تیر با مقطع آ شکل نشان داده شده در شکل روبرو حالت پست
آورده؟ (الف) $A_s = 3\phi 34$ (ب) $A_s = 4\phi 34$ ($f_c = 21 \text{ MPa}$ $f_y = 28 \text{ MPa}$)



با فرض تسلیم از تیر در لیس و مقطع طرک کردن متع
المر که از h_f به رت آمدن باشد فرض است

$$b_e \leq 4b_w \rightarrow 11 \text{ mm} \leq 4 \times 3 = 12 \text{ mm} \text{ ok}$$

$$h_f \geq \frac{1}{4} b_w \rightarrow 15 \text{ mm} \geq \frac{1}{4} \times 3 = 15 \text{ mm} \text{ ok}$$

$$A_s = 3 \frac{\pi (34)^2}{4} = 2681 \text{ mm}^2 \quad (\text{الف})$$

با فرض تیر با بر ستن فولاد کسج و مقطع متع

$$a_r = \frac{A_s f_y}{\phi \rho f_c b} = \frac{2681 \times 28}{0.9 \times 21 \times 11} = 151.8 \text{ mm}$$

$$a_r < h_f \rightarrow \text{مقطع متع}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b d} = \frac{2681}{11 \times 20} = 0.121 \quad \text{بدین بکدر کسج در بال وارده ستن است}$$

$$M_n = \phi b d^2 f_y \left(1 - 0.59 \rho \frac{f_y}{f_c} \right) = 175,841.6 \text{ N.m}$$

$$0.121 \times 11 \times 20^2 \times 28 \left(1 - 0.59 \times 0.121 \times 28 / 21 \right)$$

Subject:

Date:

$$\frac{a}{d} = \frac{150.0}{50.} = 0.118$$

$$\frac{a_{tel}}{d} = 0.13508, = 0.1319$$

$$T.C \leftarrow \text{قطع اسف لشد} \leftarrow \frac{a}{d} < \frac{a_{tel}}{d}$$

$$\phi = 0.9 \quad \text{مقاومت در} = \phi M_n = 778.9 \text{ K.m}$$

$$d_f = 50. \text{ mm}, d = 7. \text{ mm}, A_s = 40.24$$

$$A_s = 4 \frac{(224)^2}{\epsilon} = 41.57 \text{ mm}^2$$

$$a_f = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{41.57 \times \epsilon}{0.85 \times 21 \times 1.} = 171.1 \text{ mm}$$

$$a_f > h_f \rightarrow \text{قطع اسف لشد}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{41.57}{21 \times 7.} = 0.298 \quad \rho_{BT} = \rho_b + \rho_f$$

$$\rho_b = 0.008 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \frac{\gamma_u}{\gamma_u + f_y} = 0.00221$$

$$A_{sf} = 0.008 f'_c / f_y \times h_f (b - b_w) = 0.008 \times \frac{21}{\epsilon} \times 10. \times (1. - 0.2) = 22.24 \text{ mm}^2$$

$$\rho_f = \frac{A_{sf}}{b_w d} = \frac{22.24}{21 \times 7.} = 0.0109 \quad \rho_{BT} = 0.00221 + 0.0109 = 0.0131$$

$$\rho < \rho_{BT} \rightarrow \text{قطع اسف لشد UR} \rightarrow \text{تیم}$$

$$M_{nf} = A_{sf} f_y (d - \frac{h_f}{2}) = 22.24 \times \epsilon (7. - 10. / 2) = 124.1 \times 10^3 \text{ N.m}$$

$$a_r = \frac{(A_s - A_{sf}) f_y}{0.85 f'_c b_w} = 2.412 \text{ mm}$$

$$M_n = M_{nf} + M_{nw}$$

$$M_{nw} = (A_s - A_{sf}) f_y (d - a_r) = (41.57 - 22.24) \epsilon (7. - 2.412 / 2) = 459.$$

$$\rightarrow M_n = 124.1 + 459 = 1290.1 \text{ K.m}$$

$$\frac{a}{d} = \frac{2.412}{50.} = 0.04824 \quad \frac{a_{tel}}{d} = 0.1319 \quad \frac{a}{d} < \frac{a_{tel}}{d}$$

$$\phi = 0.9 \leftarrow \text{قطع اسف لشد} \leftarrow T.C$$

$$M_n \phi = 0.9 \times 1290.1 = 1161.1 \text{ K.m}$$

تیرهای آسکل :

اگر به صورت قطره ای درون پستی ادا شده شود الی نقطه ای آسکل سطح ماری
افزایش پیدا شده و در آن صورت

در یک تیر آسکل در نایب لایه به الی تیر تحت شش ماری ماری شود. شش های افقی
بین الی دیان در آن در آن در آن

حالت اول : اگر تیر آسکل تحت لایه به الی نقطه تحت شش ماری باشد
مکان است تحت ماری شش (تغییر شش سطح) متغیر در الی تیر. سطح عمل
سطحی دارد با عرض کامل و در آن صورت

حالت دوم : مکان است تحت لایه به الی ماری از الی به دیان شش کند.
باید وضعیت فاس عمل در آسکل منفرد شود

تغییر عمل در قطع آسکل :

باید تعیین شود که سطح شش ماری و الی واقع شود یا از الی لایه به الی ماری
را کند و الی فرض کرد قطع سطح کامل است. اگر ارتفاع سطح شش و الی حراش قطع
موضعی برابر a_r باشد با عرض ماری سیر فولاد های کمی و سطح لایه به الی داریم

$$a_r = \frac{A_s b}{n \phi c}$$

$$\left. \begin{array}{l} a_r \geq h_f \Rightarrow \text{اگر} \\ h_f < a_r \Rightarrow \text{در این حالت} \end{array} \right\} \text{بسیار } a_r, h_f \text{ داریم}$$

نرخ و لایه به الی فولاد های که قطع A_s دقیقاً برابر مقدار فولاد مورد نیاز $A_{s,req}$ باشد

Subject.

Date.

تدریس آشنایی با مبانی و مفاهیم در زمینه مهندسی

اگر $A_s \leq A_{sbT}$ - فولادهای کششی در لنگه‌های کششی جاری خواهند شد (مقطع کم فولاد)
اگر $A_s > A_{sbT}$ - مقطع پر فولاد

$$\rho_{b,T} = A_{sbT} / b_w d$$

$$\rho_f = \frac{A_{sf}}{b_w d}$$

$$\rho_{bT} = \rho_f + \rho_b$$

اگر $\rho \leq \rho_{bT}$ - مقطع کم فولاد

اگر $\rho > \rho_{bT}$ - مقطع پر فولاد

بیشترین مقدار فولاد کششی در مقاطع آشنایی به صورت لیمیتی نامی در نظر گرفته می‌شود

$$\epsilon_t \geq 0.004$$

$$\rho_{max} = 3B_1 / 7 + \frac{9}{d}$$

$$\rho_{maxT} = 0.1344 B_1 \frac{t_c}{f_y} + \rho_f$$

$$\rho_{maxT} = 0.1344 B_1 d + d \times \frac{t_c}{f_y} + \rho_f$$

$$A_{smin} = \frac{\sqrt{t_c}}{\epsilon f_y} b_w d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w d$$

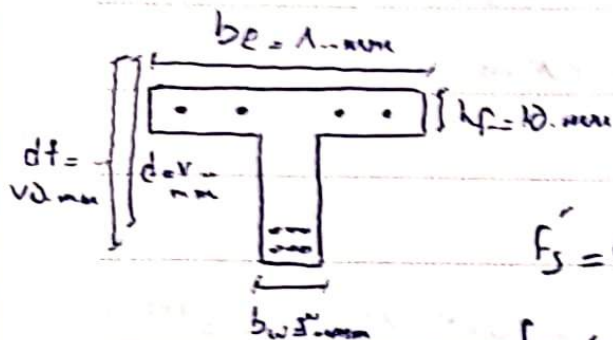
در مقطع بال در برابر سوراخ‌ها مقدار فولاد کششی در مقطع حداقل بیش از ۳۳٪ از مقدار فولاد لازم بر اساس تئوری باشد نیاز به کنترل A_{smin} در مقطع نیست.

Subject.

Date.

سؤال: در مثال (۲-۲) اگر فولاد گسی در مقطع از فولاد مناسبت پیدا شود.

$$f_y = 250 \text{ MPa} \quad A_s = 2420 \quad A'_s = 4020 \quad (\text{الف})$$



$$A_s = 2420 = \epsilon_s \frac{b_e}{s} x f_y = 1250 \text{ mm}^2$$

$$\text{مفروض: } a = h_f = 10 \text{ mm}$$

$$f_s = \epsilon_s \frac{a - \beta_1 d'}{a} = 2.0 \frac{10 - 0.10 \times 350}{10} = 394 \text{ MPa} < f_y$$

$$f_s = \epsilon_s \frac{\beta_1 d - a}{a} \leq f_y \rightarrow f_s = f_y = 250 \text{ MPa}$$

$$T_s = A_s f_y = 2420 \times 250 = 605000 \text{ N}$$

$$C_c = 0.180 F_c b_e h_f = 0.180 \times 21 \times 1100 \times 10 = 21420 \text{ N}$$

$$C_s = A'_s f'_s = 1250 \times 394 = 49250 \text{ N}$$

$$C_s + C_c = 49250 + 21420 = 70670 > T_s = 60500 \rightarrow \alpha < h_f \rightarrow \text{مقطع مناسب}$$

$$p = \frac{A_s}{b d} = \frac{2420}{300 \times 400} = 0.0101$$

$$p' = \frac{A'_s}{b d} = \frac{1250}{300 \times 400} = 0.0104$$

$$\bar{p}_{min} = p' \frac{f'_y}{f_s} + 0.180 \beta_1 \frac{d}{d'} \frac{F_c}{F_s} \frac{\epsilon_s}{\epsilon_s - f_y} \quad \frac{d}{d'} = \frac{v_u}{v_c} = 1.1$$

$$f_s = f_y < p_{max} \text{ و } d/d' < 1.1$$

$$\bar{p}_{min} = 0.0104 + 0.180 \times 0.10 \times \frac{v_u}{v_c} \times \frac{21}{\epsilon_s} \times \frac{\epsilon_s}{\epsilon_s - f_y} = 0.0112$$

$$p < \bar{p}_{min} \rightarrow \text{فولاد مناسبت پیدا نمی‌کند}$$

$$a' = \frac{\epsilon_s - A'_s - A_s f_y}{0.180 F_c b} a = \frac{\epsilon_s - A'_s \beta_1 d'}{0.180 F_c b}$$

$$a' = 111.20 \text{ mm} \quad 249000$$

$$\rightarrow a = 127.18 \text{ mm} \quad f'_s = \epsilon_s \frac{a - \beta_1 d'}{a} = 371 \text{ MPa} < f_y$$

$$M_n = 0.180 F_c b a \left(d - \frac{a}{2} \right) + A'_s f'_s (d - d')$$

Subject.

Date.

$$M_n = 0.110 \times 21 \times 18 \times 15.7 \left(v_n - \frac{15.7}{2} \right) + 120 \times 21 \times 18 \left(v_n - 9. \right)$$

$$\epsilon_t = \epsilon_{cr} \frac{\beta_1 d - a}{a} = 0.002 \times \frac{110 \times 18 - 15.7}{15.7}$$

$$\epsilon_t = 0.0109 > 0.002 \rightarrow T.C$$

$$\phi = 0.19 \quad \phi M_n = 0.19 \times 10245 = 1941.8 \text{ K.N.m}$$

$$A_s = \rho_f \gamma_c = 421 \text{ mm}^2 \quad d' = 40 \text{ mm}$$

$$\text{من } a = h_f = 18 \quad f_s' = 224 \text{ MPa}$$

$$C_c = 0.110 f_c' b_e h_f = 0.110 \times 21 \times 18 \times 18 = 1252 \times 10^3$$

$$C_c + C_s = T_s \quad C_s = A_s f_s' = 421 \times 224 = 94304 \times 10^3$$

$$\rightarrow C_c + C_s = 220 \text{ K.N} < T_s = 222218 \text{ K.N} \rightarrow a > h_f$$

فإن $T_s = C_c + C_s$ تفيد في ما يلي

$$A_{sf} = 3325 \text{ mm}^2 \quad M_{np} = A_s f_y \left(d - \frac{h_f}{2} \right) = 1241.1 \text{ K.N.m}$$

$$a = \frac{(A_s - A_{sf}) f_y - A_s' f_s'}{0.110 f_c' b_w} = \frac{9105 - 3325 \times 224 - 421 \times 224}{0.110 \times 21 \times 18} = 109.5 > h_f \text{ ok}$$

$$f_s' = 9 - \frac{a - \beta_1 d'}{a} \leq f_y \quad f_s = 9 - \frac{\beta_1 d - a}{a} \Rightarrow f_s' = f_y = f_y = 9 \text{ ok}$$

$$M_{nw} = A_s' f_y \left(d - d' \right) + 0.110 f_c' b_w \left(d - \frac{a}{2} \right) = 421 \times 9 \left(18 - 4 \right) + (0.110)$$

$$(21) \times 109.5 \times 18 \left(18 - \frac{109.5}{2} \right) = 49. \times 10^4 \text{ N.mm}$$

$$M_n = M_{np} + M_{nw} = 1241.1 + 49.1 = 1290.2 \text{ K.N.m}$$

$$\epsilon_t = 0.002 \times \frac{0.110 \times 18 - 109.5}{109.5} = 0.009 > 0.002 \quad T.C \rightarrow \phi = 0.19$$

$$\phi M_n = 0.19 \times 1290.2 = 245.1 \text{ K.N.m}$$

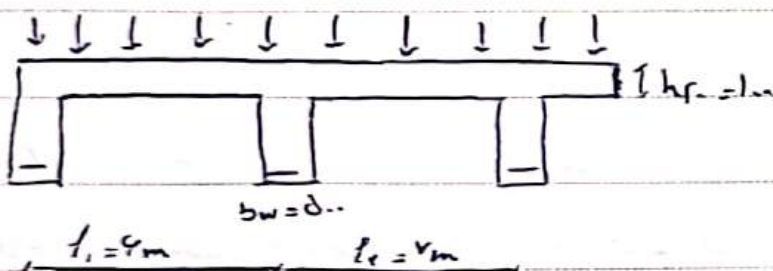
مثال: حل منوال تیر در شکل زیر برین تحمل بارهای استند به لحاظت زندگی و عمره (بعین اکتساب وزن دل و تیر) به ترتیب برابر $w_1 = 3.18 \text{ KN/m}^2$ و $w_D = 2.5 \text{ KN/m}^2$ به شرط آنکه عملکرد تیر آ شکل معیار دقتانگی به سرشاره فنی شود تیر در دقتانگی زیر مطرح کنید.

$f_c = 21 \text{ MPa}$ و $f_y = 50.4 \text{ MPa}$ و $w_c = 28 \text{ KN/m}^2$

الف) طول دقتانگی تیر $L_n = 12 \text{ m}$ ب) فاصله دقتانگی $L_n = 14 \text{ m}$

$$w_1 = 3.18 \text{ KN/m}^2 \quad F_c = 21 \text{ MPa} \quad q_1 = 3.18 \times 4.0 = 12.72 \text{ KN/m}$$

$$w_D = 2.5 \text{ KN/m}^2 \quad q_y = 50.4 \text{ MPa} \quad q_D = 2.5 \times 4.0 + 28(4.0 \times 0.1 + 0.5 \times 0.18) = 14.45 \text{ KN/m}$$



$$q_n = 1.2 q_D + 1.6 q_1 > 1.4 q_1$$

$$\rightarrow q_u = 12.72 \text{ KN/m}$$

$$b_e = \min \begin{cases} L_n/4 = 3 \text{ m} \\ b_w + 14 h_f = 2.1 \text{ m} \\ (L_1 + L_2)/4 = 2.8 \text{ m} \end{cases} \quad b_e = 2.1 \text{ m}$$

$$\mu_{max} = \frac{q_u l_1^2}{8} = \frac{12.72 \times 4^2}{8} = 25.44 \text{ KN.m}$$

$$\mu_n = 0.1105 f_c' b_e h_f (d - h_f/2) = 0.1105 \times 21 \times 2100 \times 1000 \times (350 - \frac{100}{2}) = 2985.4$$

$$\xi_t = \xi_{cu} \frac{b_1 d_1 - a}{a} = 0.11 > 0.125 \rightarrow \phi = 0.19$$

$$\phi \mu_n = 0.19 \times 2985.4 = 567.2 \text{ KN.m} > \mu_{max}$$

چون مقاصد طرزی کمتر از مقاومت لازم باشد، $\phi M_n < M_u$ پس α بالا تر از فزون
 شده و در این صورت یعنی در بالایی مقادیر مستطیل

$$M_u = \phi b d^2 f_y \left(1 - 0.59 \phi \frac{f_y}{f_c} \right) \quad \rho = \frac{1}{m} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{m M_u}{f_y}} \right\}$$

$$m = \frac{f_y}{0.18 f_c} = 22.8 \quad \rho_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{1411 \times 10^4}{19 \times 210 \times 150^2} = 1.12 \text{ MPa}$$

$$\rho = 0.00292 \quad A_s = \rho b d = 812 \text{ mm}^2 > A_{s, \min}$$

$$A_{s, \min} = \frac{\sqrt{f_c}}{4 f_y} b_w d \geq \frac{1.4}{f} b_w d \rightarrow A_{s, \min} = \frac{1.4}{f} (b_w \times 150) = 1461 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{812 \text{ mm}^2}{\frac{\pi}{4} 24^2}$$

use $\phi 24$

در صورتی که تیرهای خمشی در دال محصور شده باشد و بنابراین فولاد گذار فقط
 اولیه در دال گذار تیر باشد، فولاد لازم در سطح عرض بالایی تیر باید طرز شود.

$$w_u = 1.2 (2.5 + 2.8 \times 0.1) + (1.2 \times 3.14) = 10.9 \text{ kN/m}$$

$$q_u = 1.9 \times 1 = 10.9 \text{ kN/m} \quad \leftarrow \text{این بار برای عرض طرد دال به ازای افت از تیر}$$

$$M_{max} = \frac{q_u l^2}{8} = \frac{1.9 (0.11)^2}{8} = 3.49 \text{ kNm}$$

$$\rho_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{3.49 \times 10^4}{19 \times 110 \times 70^2} = 0.149$$

cover = 2-2 cm

$$A_s = 132 \text{ mm}^2$$

$$\rho = 0.00149$$

$$A_s = 132 < A_{s, \min}$$

Subject.

Date.

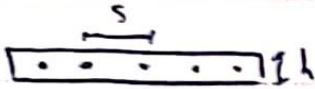
فواصل مدانی حداقل ها برابر فواصل است.

$$A_{III} \rightarrow A_s = 0.001 b h$$

$$A_{II}, A_I \rightarrow A_s = 0.002 b h$$

فصل بندی

$$A_s = A_{s \min} = 0.0018 \times 1000 \times 100 = 180 \text{ mm}^2$$



$$\frac{A_s}{s} = \frac{A_r}{1000} \rightarrow s = \frac{A_{s1}}{A_r} \times 1000 = \frac{180 \times 1000}{2} = 900 \text{ mm}$$

↓
بزرگترین فاصله

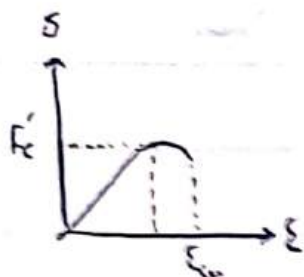
$$s_{\max} = \min \begin{cases} 0.4h \\ 200 \text{ mm} \end{cases}$$

$$s = 900 < s_{\max} \checkmark$$

use $s = 900 \text{ mm}$

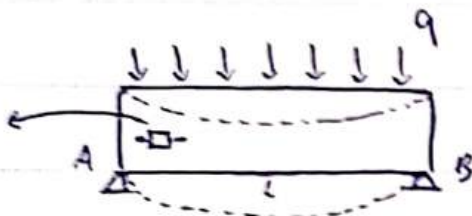
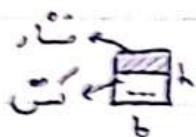
$$s_{\max} = 0.4h = 200$$

طرح تبدل تحت برش

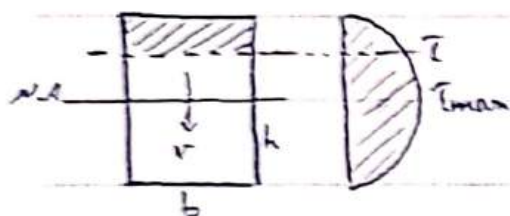


$$v = \frac{d\mu}{dx}$$

در اجزای با مساحت هم مقدار دارد.



تبدل تحت تنش زوال ناشی از تنش

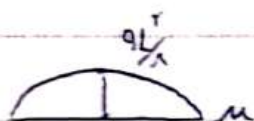
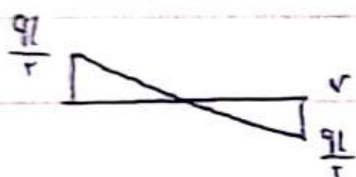


$$\tau = \frac{vQ}{It}$$

v = نیروی برش در مقطع

Q = میان اول سطح و مرکز ثقل

I = میان انرسی



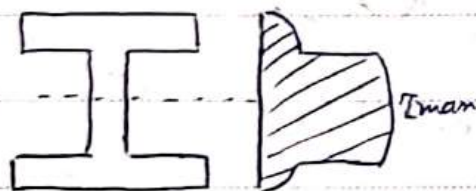
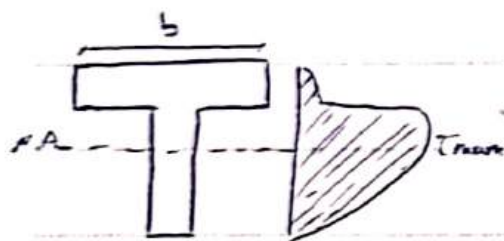
$$t = b$$

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

$$\tau_{max} = \frac{v \left(\frac{bh}{4} \right) \left(\frac{h}{4} \right)}{\frac{bh^3}{12} b} = \frac{v}{r} \left(\frac{r}{bh} \right) \tau_{ave}$$

تنش برش عدالت را برابر می‌یابیم است.

$$\tau_{max} = 1.5 \tau_{ave}$$



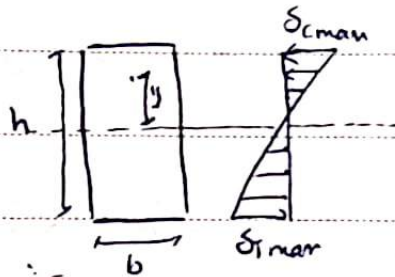
تنش برش در تارهای بالایی و پایینی مقطع صفراست.

بیشترین تنش برش τ_{max} در محل ماکزیمم نیرو وارد می‌شود.

$$\tau_{max} = \frac{\mu y}{I}$$

Subject.

Date.



$$F = \sigma_t \cdot L \cdot \sigma_{cmax} = \frac{\mu y_{max}}{I}$$

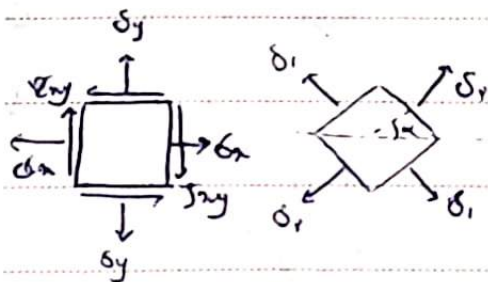
$$\frac{\mu h/r}{\frac{1}{12} b h^3} = \frac{\mu}{\frac{1}{12} b h^2}$$

$$\sigma_{max} = \frac{r}{I} \frac{r}{b h} = 1.5 \sigma_{ave}$$

نسبت تنش برشی به فشرش

$$\frac{f}{v} = k_1 \frac{\mu}{b d^2}$$

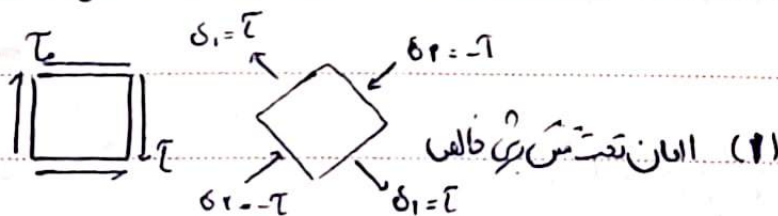
حریک الان تحت تأثیر تنش‌های برشی و تنش‌های عددی از ترکیب این تنش‌ها تنش‌های عددی جداگانه و جداگانه وجود خواهند داشت که در هر دو همان تحت تأثیر این سؤقی به صورت خالص عمل نکند. ← تنش‌های اصلی



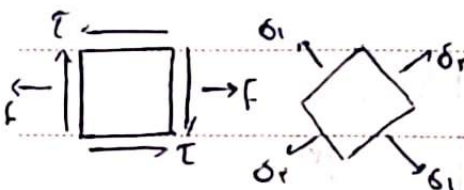
σ_1 و σ_2 تنش‌های اصلی

و τ و τ تنش‌های عددی

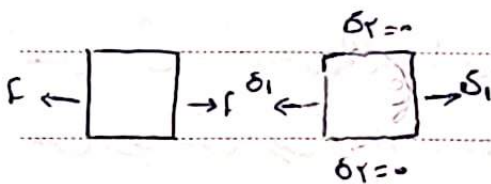
τ تنش‌های برشی



(۱) الان تحت تنش برشی خالص



(۳) الان تحت تنش برشی و فشرش



(۴) الان تحت تنش برشی و کشش

تک بیهی جان : تنش بیهی تقصیر فالغن - تکرار تکرار ماه هار در تکرار دوسر ماه -
تاریخ ۵۴ در عین جان -

تکرار جان حسی بیهی : مرد تنش بیهی دهنی - دور شدن از تکرار ماه تکرار بیهی به وسط
تکرار -

تکرار جان حسی : بیهی ناعز با سید - وسط تکرار دوسر سال - تکرار جان حسی انزبان راجیان

مسئله که بیهی بیهی تکرار ایجاد کند آن است که تنش جان بیهی به صورت فالغن یا در تکرار
مانش جان حسی در راستای نه با تنش راد ۵۴ تا صفر تکرار بیهی - تنش جان حسی تکرار ایجاد
می کنند که این تنش ها همان تنش جان اولی بود که بیهی تکرار تنش کس و کس در تکرار بیهی تکرار.

فایده بار تکرار از تکرار ماه = دهانه بیهی

(۶) دهانه آزاد = (۹) دهانه بیهی → تکرار بار تکرار

تکرار بیهی قائم از تکرار سبک اجزای تکرار تکرار خود را بیهی است

هر یک از تکرار جان بیهی به نام فادیت یا تکرار تکرار تکرار

تکرار بیهی در تکرار فادیت فادیت جان بیهی را تکرار تکرار

از تکرار تکرار فادیت به بیهی یا تکرار تکرار فادیت به بیهی در تکرار تکرار تکرار

تکرار بیهی یا تکرار تکرار فادیت به بیهی یا تکرار تکرار فادیت به بیهی یا تکرار تکرار فادیت به بیهی

Subject.

Date.

فدالاد فوکی خم سده به جعبه من در کتب با فامدت دهای برش قائم ای عالی به رورسک تا من فوالاد برش
شکله سیم به سده ، دور سیم به فوالاد عرضی حلقوی به رورسک تا من فوالاد برش

$$G_{1,2} = \frac{f}{2} \pm \sqrt{\frac{f^2}{4} + z^2}$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{2z}{f} \right)$$

مقاومت کشش

مقاومت برش نیز برابر با من مقعر اولین ترک دور بر تقنین و شود.

$$\frac{v_c}{\sqrt{f_c}} = 0.12 + 17 \frac{\rho_v d}{\sqrt{f_c}} \quad 5.13$$

برای فیلدین از شکست زوای من تقطع با فامدت بعد از ترک دور با بر قسط را دور من ملح
کرد که در مقابل از برش ترک های دور مقاومت کند. فوالاد دهای برش (جان) اما اتصال کش
به دوافد یک ترک دور در مقابل تأثیرات برش در قسط مدور اند.

نیر در دور من فایر فرای برش من مقعر را تقنین دهد.

نشر طاک کشش اصلی تا به مقاومت کشش من توسط قسط وصل سده و از آن به بعد قسط
با ترک فوکی روبرو من شود.

تبدیل اند : بار متکثر به $9/d > 5.5$ بار استاده $9/d > 14$

تبدیل منی : بار متکثر به $9/d < 5.5$ بار استاده $9/d < 14$

تبدیل عینی : بار استاده $9/d < 2.5$ بار استاده $9/d < 1$

عسکری و طبیب بر بزرگواران نیز می توان معاصرت بر سر در تلبیه ها و راجع این بر سر به فاصله
له از تلبیه طه معده در:

۱- مکن العقل تلبیه کان نهار باشد ۲- بارگاه در بالان تلبیه یا تلبیه بالان تلبیه باشد ۳- بار متعز
در فاصله بر تلبیه کان تا له از تلبیه کان اند تلبیه

استفاده از فدا لایس زیاده باعث شود که تحت بارهای سروس عمرین ترک های مورد زیاد
شده و افعال نقد آب در سن و فوری فدا لایس بر سر نراهم شود

مرض ترک مدرب تحت بارهای سروس بر سر فدا لایس فدا لایس در سر ۱۵۰ و ۸۰
در سر مرض ترک مدرب بر سر فدا لایس بر سر تا به است

باز به تلبیه های فشار و کش

$$v = \frac{dm}{dn} = \frac{d(\tau \cdot \bar{A})}{dn} = \frac{d\tau}{dn} \bar{A} + \frac{d\bar{A}}{dn} \tau$$

جریان بر سر

$$\left. \begin{aligned} \text{اگر } \frac{d\tau}{dn} &= 0 \text{ (فشار غالب) عملگر دیند} \\ \text{اگر } \frac{d\bar{A}}{dn} &= 0 \text{ (جریان بر سر) عملگر دقوس} \end{aligned} \right\}$$

$$v = \frac{d\tau}{dn} \cdot \bar{A} \quad v = \frac{d\bar{A}}{dn} \cdot \tau$$

اگر $\phi_{V_1} \ll \phi_{V_2} \ll \phi_{V_3}$ باشد این یک عامل معده فدا لایس نراهم لرد تلبیه فدا لایس

۱- دال مادی مادی تلبیه های بد خیزه ۲- تلبیه های کم عین $\phi_{V_1} \ll \phi_{V_2} \ll \phi_{V_3}$ ۳- تلبیه های دال

۴- تلبیه های مافته شده با سن دره و فصوص معدی و $\phi_{V_1} \ll \phi_{V_2} \ll \phi_{V_3}$

تردد در فدا لایس باعث شود که تلبیه فضا فضا کامل خود برسد

Subject.

Date.

$v_3 =$ جمع نیروی کشش علیه فولادها در برش که در مورد برش در مقطع قطع شده است

$v_4 =$ نیروی حاصل از دایره کشش در دو طرف برش در دو طرف برش

$v_5 =$ نیروی حاصل از عمل میخ در فولادها در حلقه

$v_6 =$ فرافتن برش بین دو سطح از ناحیه خازن که در مورد دایره میخ است

جمع نیروهای زیر = مقاومت برش مقطع $\Rightarrow$

$$v_n = v_3 + v_4 + v_5 + v_6$$

مقاومت برش است

قبل از وقوع ترک خوردن تمام برش توسط بتن تحمل می شود که مقاومت آن توسط ترک خوردن از بین می رود

$v_3 + v_4 + v_5$ فولاد به دور. در این مقطع ترک خوردن فولادها در برش نیروی قابل تحمل را تحمل می کنند

(v_6) بعد از ترک خوردن در برش جمع $v_3 + v_4 + v_5$ تغییرات کم می شود و معیار آن ظاهر با برشها

مقاومت برش قطع بتنی ترک خورده (v_6) در نظر می آید $\Rightarrow v_n = v_3 + v_5$

برشهای از بارهای بافتی در مقطع $v_n \leq \phi (v_3 + v_5)$

Subject.

Date.

به پای دما به حداقل فریب از مرکزیت برابر سون این نامه کا سش ۲۰٪ ظرفیت باربری های بهر
برای سوره با بند به و ۱۵٪ کاهش ظرفیت باربری بهر سوره با در به لحاظ کرد

$$P_{nman} = 0.18 P_o \quad \text{یا} \quad 0.185 P_o$$

والت ظرفیت باربری این سون

$$P_u = P_n \text{ بهر و بهر خالص سون تحت بار طای با مندر} \quad P_u \neq P_{nman}$$

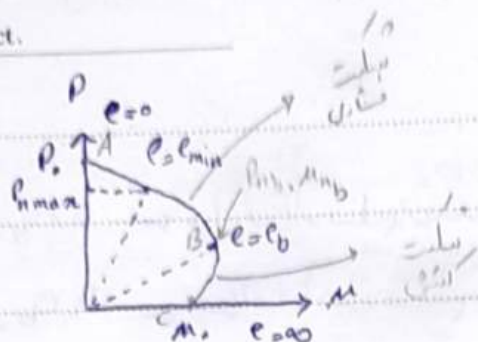
دامل به سون تدریج ۲۵. mm <

دامل به سوره در به ۳۰. mm <

به سوره با دامل ۵۰ mm اقل این داد و شد

Subject.

Date.



نکته نهار = نکته تقطع شدن با خورد شدن بین در فشار انبار شود و غذا از گاه تقطع در نهار تسلیم می شود

نکته کشش = نکته تقطع با تسلیم شدن از غذا از گاه تقطع در کشش در یک طرف تقطع انبار شود و با خورد شدن بین در وجه بندگی لعل می گردد

مقاومتی استن = نکته کشش $e > e_b$

مقاومتی ۲ ستون = نکته فشار و وقت در کشش $e < e_b$

مقاومتی ۳ ستون = نکته تقطع در فشار و نکته فشار

در ناصیه نکته کشش با کاهش نیروی قدری انبار می شود قابل تحمل شدن خاصیت می باشد

در ناصیه نکته نهار با افزایش نیروی قدری ~ ~ ~ خاصیت می باشد