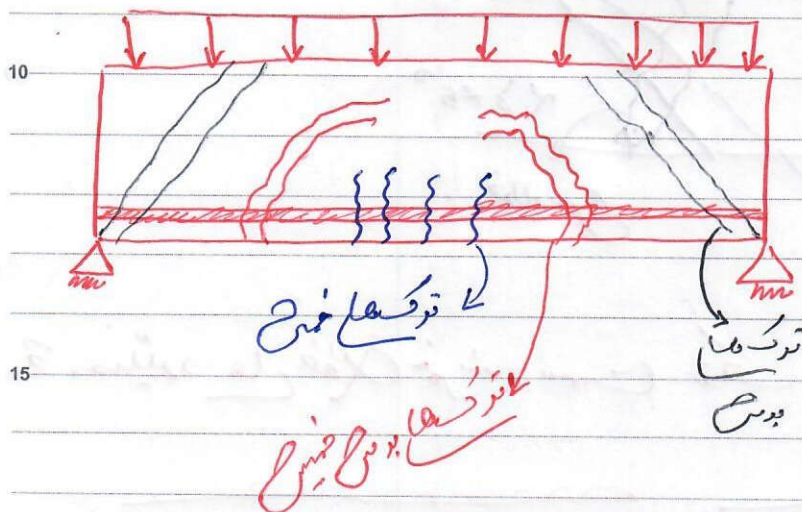


* طراحی تیرچه بتنی اثر برش *

بدلیل اینکه سگست برش بر خلاف سگست خمشی عبور از تیرچه
انقطاع از افتد، طریق امنیتی بزرگترین برای طراحی برش بار مرده

انواع ترک در تیرچه بتنی اثر برش و خمش *

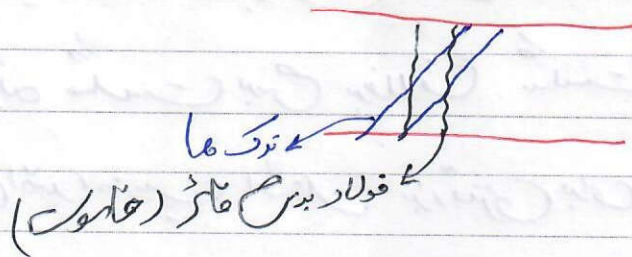


* بیش از 99٪ مقاطع که طراحی می‌شود، آرماتور برشی احتیاج دارد.

* آرماتور برشی، آرماتوری است که در محل ترک قطعی و محدود است به یک
به طور موثر جلوگیری از رشد ترک قطعی را بگیرد

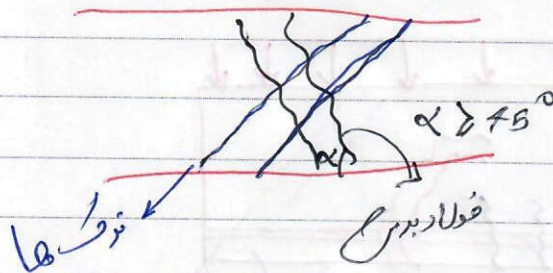
انواع فولاد برشی

1. فولاد برشی قائم:



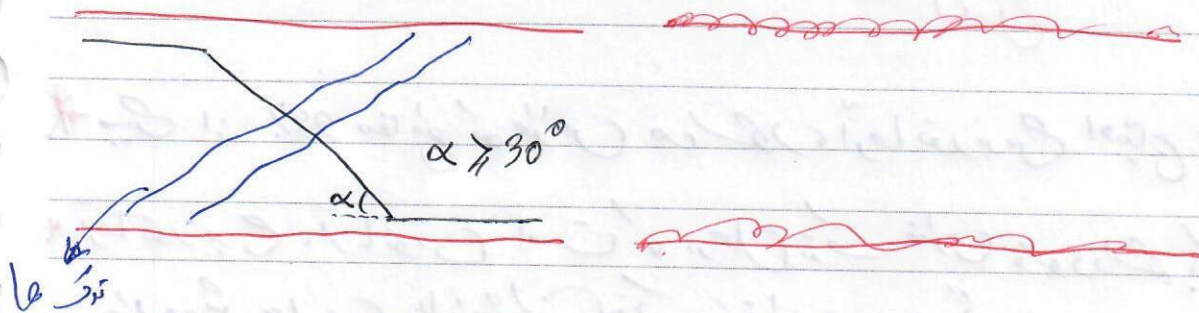
5

2. فولاد برشی مایل با زاویه حداقل 45° نسبت به فولادهای طولی:



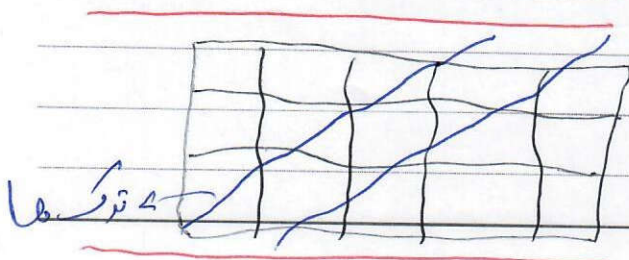
10

3. میلگرد های قطعه خور شده نسبت به ترک با زاویه حداقل 30° به فولاد طولی:



15

4. استفاده از شبکه سیم جوش خورده

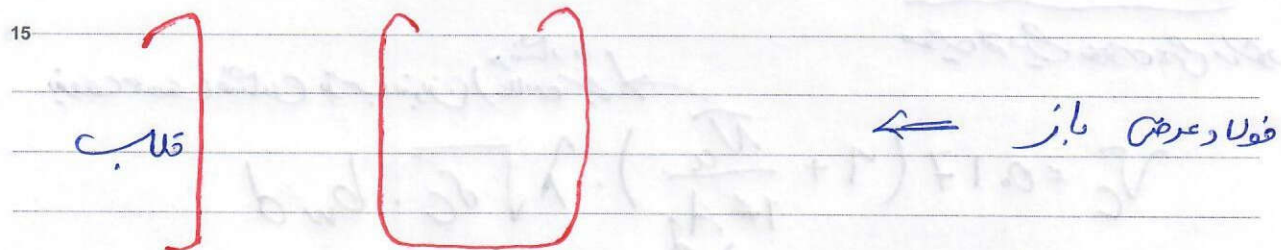
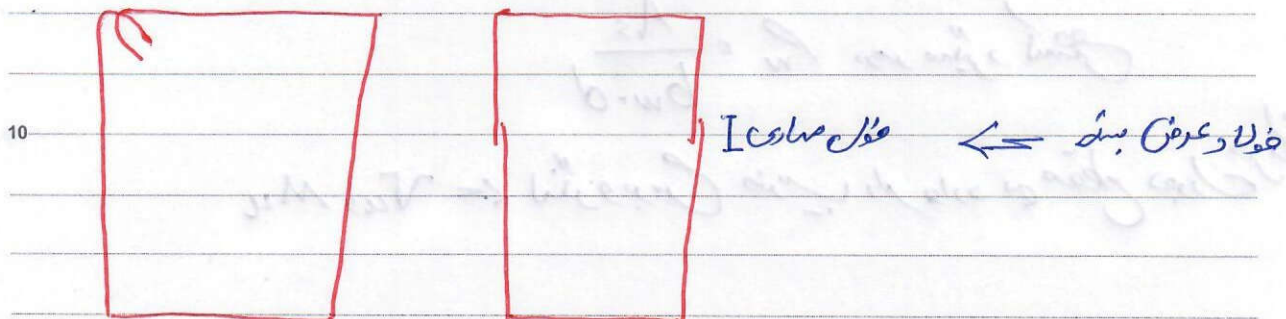


25

5. دویچ یا فولاد حلقوی و نقل ستون ها

* ترکیب از فولاد عرضی نیز امکان پذیر است

انواع فولاد عرضی (برشی) یا خاموش :



ظرفیت برشی عطف بتن آرمه در آتش فاشه :

- ظرفیت برشی بتن بدون سازه :

مقاومت برشی بتن
بدون فولاد

$$V_c = \frac{1}{6} \lambda \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$$

0.75 ← بتن با نامر اجزای سبک
0.85 ← بتن با مصالح سبک
1 ← بتن فولاد معمولی

- ظرفیت برشی بتن بدون تقویت:

$$V_c = \min \begin{cases} (0.16 \lambda \sqrt{f'_c} + 17 \rho_w \frac{V_u \cdot d}{M_u}) \cdot b_w \cdot d \\ (0.16 \lambda \sqrt{f'_c} + 17 \rho_w) \cdot b_w \cdot d \\ 0.29 \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \end{cases}$$

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

در صورتی که کمتر از ۰.۰۰۲۵ باشد

V_u و M_u = لنگر و برش صاف در مورد هر مقطع بدون تغییرات

- ظرفیت برشی بتن بدون سازه با وجود بار محوری فشاری:

معمولاً این مقدار در محاسبه

$$V_c = 0.17 \left(1 + \frac{N_u}{14 A_g} \right) \cdot \lambda \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

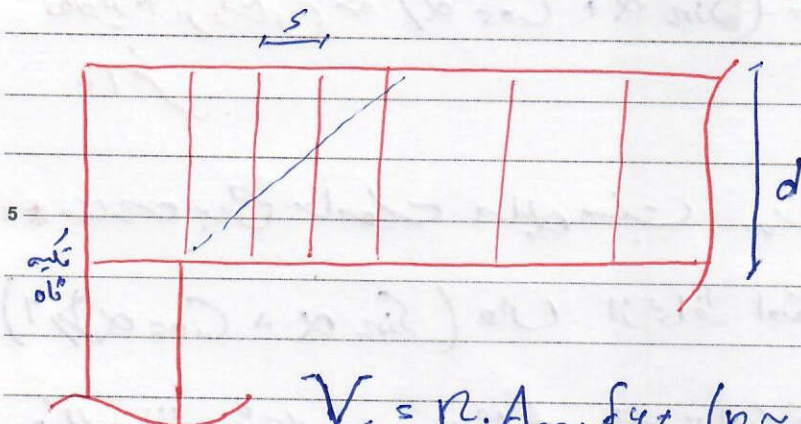
مقطع نامعین

- ظرفیت برشی بتن در حالت وجود بار محوری کششی:

$$V_c = 0.17 \left(1 - \frac{N_u}{3.5 A_g} \right) \lambda \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \geq 0$$

مقاومت برشی آرماتور بندی :

1. خاموت قائم



فرض بر آن است که
 n عدد آرماتور که سطح
 مقطع هر آرماتور A_v

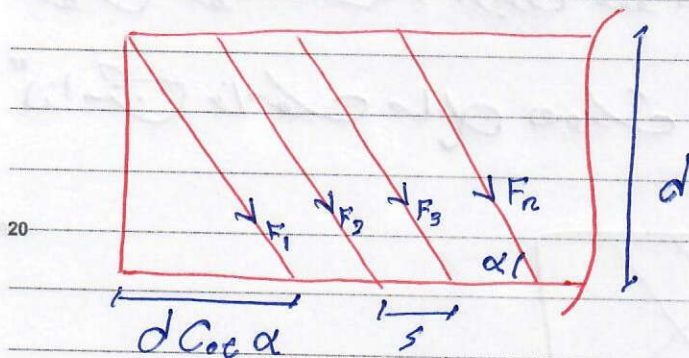
$$V_s = n \cdot A_v \cdot f_{yt} \cdot \left(n \approx \frac{d}{s} \right)$$

باشد، در صورتی که
 وجود داشته باشد:

$$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s} \Rightarrow \frac{A_v f_{yt} d}{s} = V_s$$

مقاومت جاری
 برشی خاموت ها

2. خاموت مایل



$$\sum_{i=1}^n F_d = F = A_v \cdot f_{yt} + \left[\frac{d}{s} (1 + \cos \alpha) \right]$$

در راستای
 خاموت ها

تعداد تقریبی خاموت ها
 نزدیک صفر را قطع می کند

$$V_s = \frac{A_r \cdot F_{ye} \cdot d}{s} (\sin \alpha + \cos \alpha) \Rightarrow \text{تغییر } F \text{ در راستای قائم}$$

5 * مقادیر بدین خاصیت مایل نسبت به خاصیت قائم سیس تراس
 $(1) (\sin \alpha + \cos \alpha)$ ولی از لحاظ ابعادی بدین صورت است

مثلاً به ازای 45° و α مقادیر بدین خاصیت مایل $\sqrt{2} V_s$ می شود

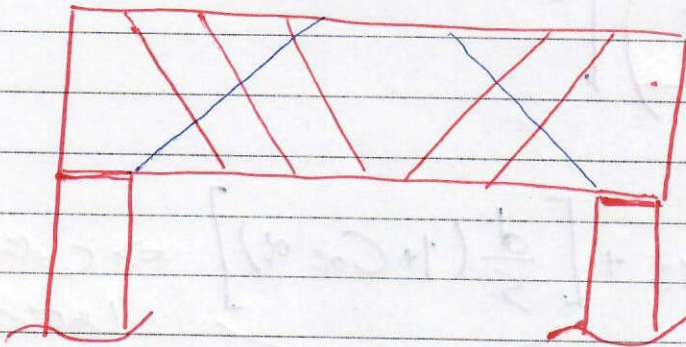
10 و این در حالی است که طول خاصیت مایل نیز 2 برابر شده است

* در افعالات که در معرض نیروی زلزله قرار می گیرند نباید از خاصیت مایل

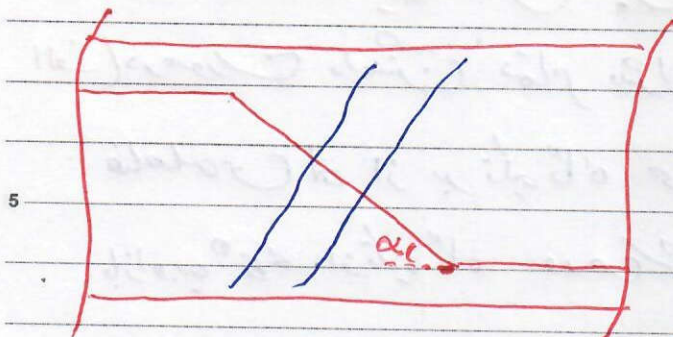
استفاده کرد زیرا جهت نیرو و در نتیجه زاویه ی شکل ترک بدین

15 عرض خواهد شد؛ اثر نیروی فقط در معرض بار ثقلی باشد، خواهی

گذاشت خاصیت مایل بصورت زیر است

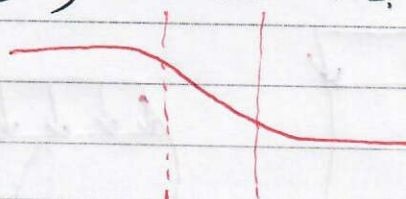


3. آرما تور طولی ~~مختار~~ خرسنه



$$V_s = A_v F_{yc} \sin \alpha \leq \frac{1}{4} \sqrt{f_c} b_w d$$

آرما تور طولی فقط در محدوده $\frac{3}{4}$ میانی طول خرسنه است مقادیر
من کند و علت آن است که آرما تور طولی بصورت زیر خرسنه شود
و در نتیجه استقامت موجود، طول مقاوم آن در برابر برش را



کاست می دهد

مقاومت برشی اسن مقطع و طراس مقطع تحت اثر برش

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_u \leq \phi V_n = \phi (V_c + V_s)$$

برای برش 0.75 است

مقاومت برشی بتن

مقاومت برشی
آرما تور

کتاب محدودیت های آیین نامه ای :

الف) در مورد داشتن تمام شرایط زیر، میتوان بدست داد:

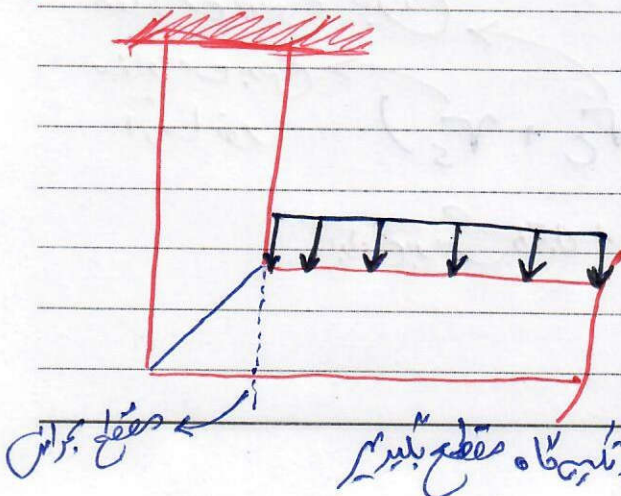
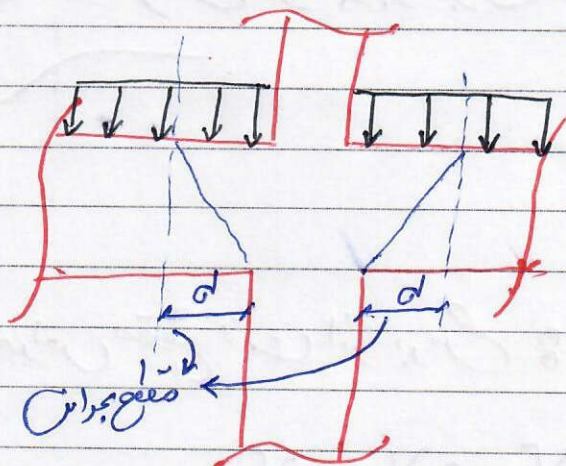
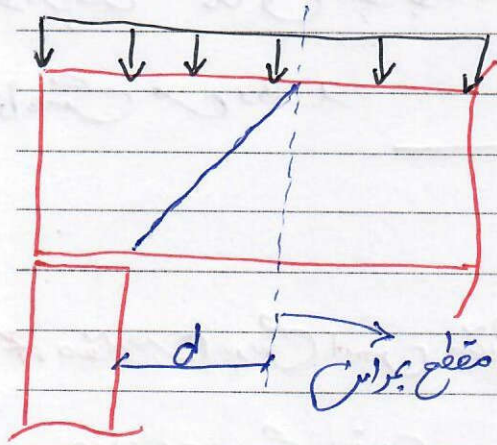
فاصله ای که از برتکه گاه محاسبه کرد؛ در حقیقت ترک ها

بازاویه 50° از تکیه گاه دور می شوند

1. عکس العمل تکیه گاه فشاری باشد

2. بارگذاری در بالای تیر یا تکیه ای بالای تیر انجام شود

3. بار متمرکز در فاصله ای بین تکیه گاه تا که از برتکه گاه اثر نکند



به علت وجود تکیه گاه کشتی

جایزه استعاره از مورد فوق بیشتر

یعنی نه توان با فاصله ای از برتکه گاه مقطع بگیریم

$$V_c = \frac{1}{6} \lambda \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$$

(ب) حداکثر فاصله خازنهای برشی با فواصل $(\lambda \leq 1)$

$$V_s \leq 2 V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d \Rightarrow s_{max} = \min\left(\frac{d}{2}, 600_{mm}\right)$$

$$V_s > 2 V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d \Rightarrow s_{max} = \min\left(\frac{d}{4}, 300_{mm}\right)$$

در حقیقت آیین نامه من توصیه هر خط 45° از وسط و در جهت عکس العمل به طرف آرماتور کشش بر سر شود، باید یک آرماتور برشی آن را قطع کند

(ج) حداقل فولاد برشی

$$\left(\frac{A_r}{s}\right)_{min} \leq \max\left(0.35 \frac{b_w}{f_{yc}}, \frac{1}{16} \sqrt{f_c} \frac{b_w}{f_{yc}}\right)$$

(د) حداکثر فولاد برشی یا مقادیر حداکثر آرماتور برشی

$$V_s \leq 4 V_c = \frac{2}{3} \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$$

$$\Rightarrow \left(\frac{A_r}{s}\right)_{max} = \frac{2}{3} \times \frac{\sqrt{f_c}}{f_{yc}} \cdot b_w$$

$$\frac{V_s + V_c}{V_n} \leq 5 V_c \Rightarrow V_u \leq 5 \phi V_c$$

Subject:

Year:

Month:

Day:

معمولا مقادیر برشی نامرئی ها را 300 بر نظر من تیر میر $V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$

110

مقادیر فولاد برشی طبق آیین ناس منی تواند

از f_y برابر 420 بیشتر باشد $(\text{Max } f_y = 420 \text{ MPa})$

* اگر $V_c \geq \frac{1}{2} V_u$ باشد، مقطع را من توان بدون فولاد برشی بر نظر من منی

* اگر $V_c < \frac{1}{2} V_u$ باشد، لازم است حداقل آرماتور برشی مطابق آنچه ذکر شد، استفاده شود مگر موارد زیر:

(a) دال ها، بین ها و تیرچه ها و یک طرفه

(b) تیرها، کم عمق که در آن ها 250 mm است

(c) تیر همراه با دال دارای محدودیت ارتفاع زیر

$$h \leq \min \{ \max (2.5 h_c, 0.5 b_w) , 600_{\text{mm}} \}$$

Subject:

Year : Month : Day : ()

page : ()

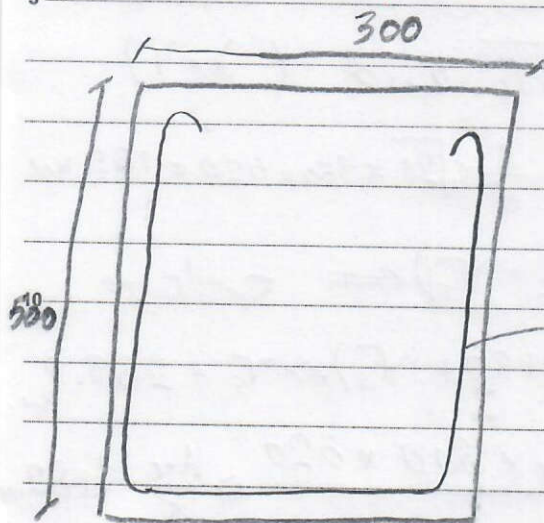
111

مسئله : تیر مستطی به ابعاد $b = 300$ و $h = 500$ که با فولاد طاق پیچ

قائم به صورت π شکل و با قطر 10 و به فاصله $d = 80$ میل

سپارست : مقادیر تیر را حساب کنید

$$f_c = 35 \text{ و } f_y = 400$$



دو عدد میلگرد

$$A_s = 2 \times \frac{\pi}{4} \times 10^2 = 157 \text{ mm}^2$$

$$d = h - 65 = 500 - 65 = 435 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} b_w \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{35} \times 300 \times 435 = 1287 \times 10^3 \text{ N}$$

$$V_s = \frac{A_s \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{157 \times 400 \times 435}{80} = 341.5 \times 10^3 \text{ N}$$

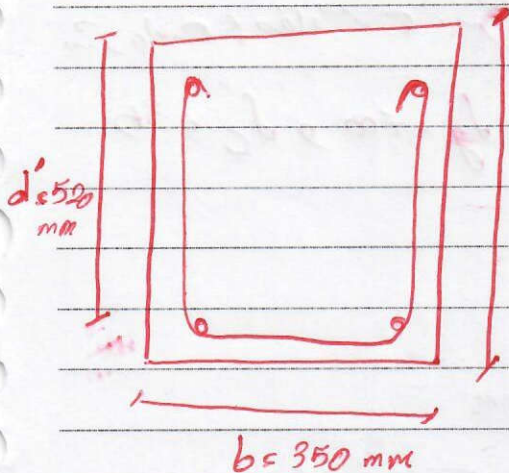
$$V_s \geq 2V_c \Rightarrow s_{max} = \min\left(\frac{d}{4} \text{ و } 300\right) = 109 \text{ mm} \geq 80 \text{ mm} \quad \checkmark$$

لذا اثر این مقدار صدق می شود، طبق آیین نامه چیدمان خامه ها صحیح می شود

$$V_n = V_c + V_s = 1287 \times 10^3 + 341.5 \times 10^3 = 470.2 \text{ kN}$$

مثال: تیر بین آرمه زیر نه سخت است بر حسب $V_u = 317.2 \text{ kN}$ را با

فرض $f_c' = 21 \text{ MPa}$ و $f_y = 300 \text{ MPa}$ برای بررسی طراحی کنید



5. بررسی آرمه و معادله برای سختی:

$$V_c = \frac{1}{6} \lambda \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \quad (\lambda = 1)$$

$$h = 600 \text{ mm} \Rightarrow V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{21} \times 350 \times 520 = 139 \text{ kN}$$

$$V_u \leq \phi (V_c + V_s) \Leftarrow \text{بررسی است} \quad 10$$

$$317.2 = 0.75 (139 + V_s) \Rightarrow V_s = 283.9 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{A_v \times f_y \times d}{s} \Rightarrow 283.9 \times 10^3 = \frac{A_v \times 300 \times 520}{s} \Rightarrow \frac{A_v}{s} = 1.82 \text{ mm} \quad 5$$

$$\text{فرض: } \phi = 12 \text{ mm} \Rightarrow A_v = 2 \times \frac{\pi}{4} \times 12^2 = 226 \text{ mm}^2 \quad 15$$

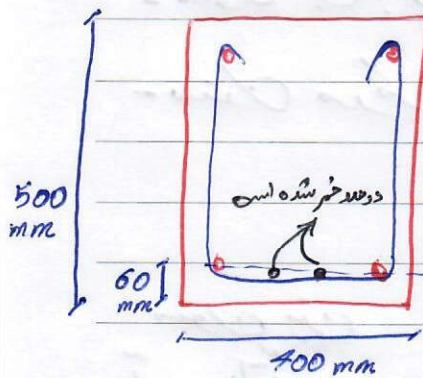
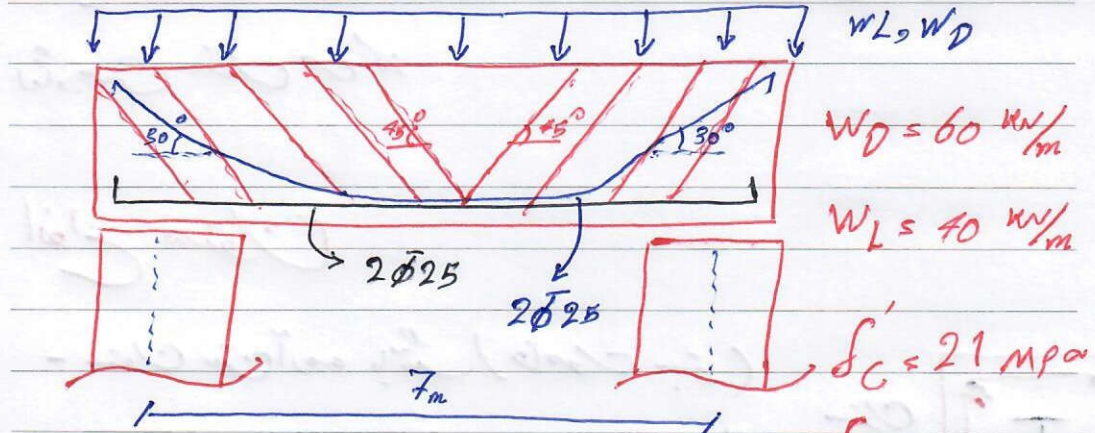
$$\frac{A_v}{s} = \frac{226}{s} = 1.82 \Rightarrow s \leq 124 \text{ mm}$$

$$V_s = 283.9 \times 10^3 \text{ N} > 2V_c = 2 \times 139 \times 10^3 = 278 \times 10^3 \text{ N} \quad 20$$

$$\Rightarrow s_{\text{min}} = \min \left(\frac{d}{4}, 300 \text{ mm} \right) = 130 \text{ mm} > 124 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{USE: } \phi 12 @ 120 \text{ mm}$$

قدرین و نیروی بره را در مقطع بحرانی بررسی برای خاص
 45° مایل ضامن کنید



در مقطع بحرانی

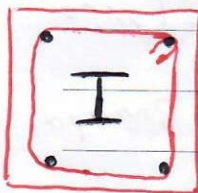
در مقطع بحرانی

* چون مقدار وزن تیر مطرح نشده است، پس مقدار بار مرده شامل وزن خود تیر نیز می باشد

ستون (ستون های حلقه)

به یک عضو سازه ای افلاک می گویند بار محوری را با و یا بدون
لنگر خمشی منتقل می کند

انواع ستون

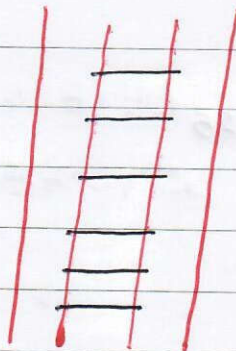
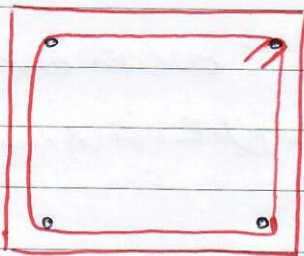


ستون
مرکزی

- ستون بتن آرمه با شش (خاصیت بسته)

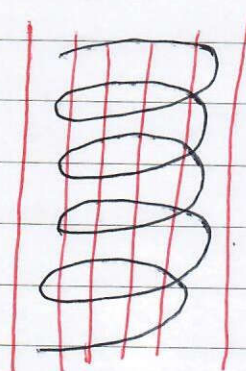
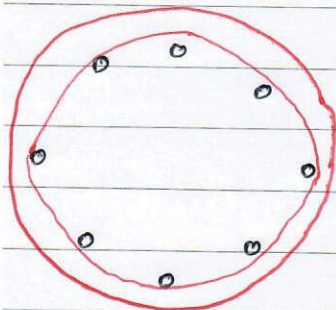
- ستون بتنی با دور پیچ حلقوی (اسپیرال)

- ستون مرکب



ستون بتن
آرمه با شش

((میتواند با مقطع دایره ای
نیز استفاده شود))



ستون بتن

با دور پیچ حلقوی

قوابط و محدودیت های آسین نامه ای

- حداقل فولاد طولی $\rho = 1\%$ $A_s = 0.01 A_g$

- حداکثر فولاد طولی $\rho = 8\%$: در عمل بسته به میزان نیاز به استیفات رهاست

علت این امر مربوط به مشکلات اجرایی و کرموشن بتن است

- حداقل تعداد میله در طولی $\rightarrow$ عدد در مقطع با میله های مستطیلی یا دایره ای

6 عدد میله در با دو بهیج حلقه

- حداقل فاصله بین میله ها طولی $\rightarrow$

$$s_{min} = \max \left(1.5 d_b, 40 \text{ mm}, \frac{4}{3} d_{agg} \right)$$

$\rightarrow$ قطر میله در طولی

که بدترین ابعاد شده اند

- حداقل ابعاد مقطع باید بین 200 تا 250 mm

- حداقل قطر میله در شش (خاموش) 10 mm : حداکثر فولاد طولی 32 mm ($d_b \leq 32 \text{ mm}$)

13 mm : فولاد طولی با قطر بین از

32 mm یا استاده از میله های زو

($d_b > 32 \text{ mm}$)

- حداکثر فاصله خف ها: $S_{max} = \min(16 d_b, 48 d_{min})$

کوچکترین جرسون $\rightarrow$

قطر میله در فولاد $\rightarrow$

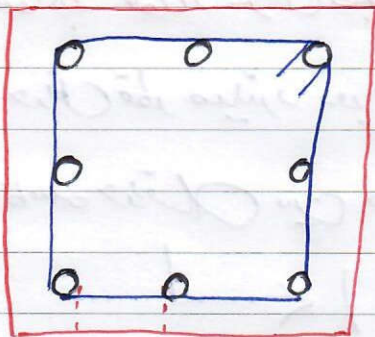
قطر خاف $\rightarrow$

- نحوه قرارگیری تگ در ستون ها

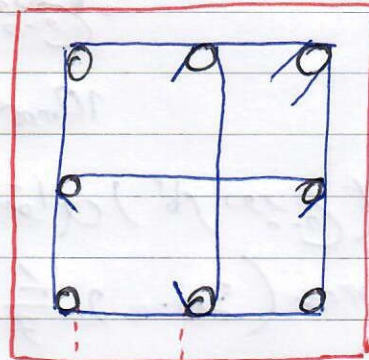
(الف) هر فولاد فولی واقع در گوشه مقطع، در گوشه‌ی یک تگ با زاویه‌ی حداکثر 135° مهار شود

(ب) سایر فولاد های فولی چند واقع در گوشه مقطع، حداقل به یک در میان در گوشه‌ی یک تگ با زاویه‌ی حداکثر 135° مهار شوند

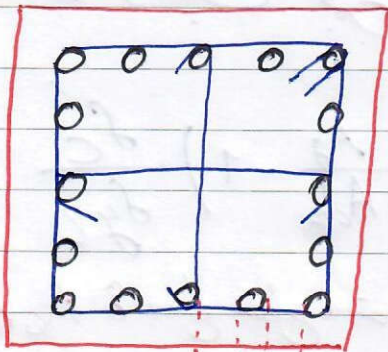
(ج) فاصله‌ی آزاد هر فولاد فولی که در گوشه‌ی یک تگ مهار نشده است، از فولاد فولی مجاور که در گوشه یک تگ مهار شده است، بیش‌تر از 150 mm نباشد



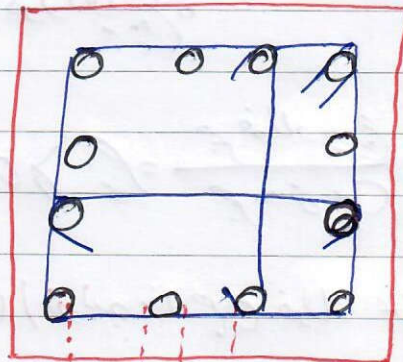
$\leq 150 \text{ mm}$



$> 150 \text{ mm}$



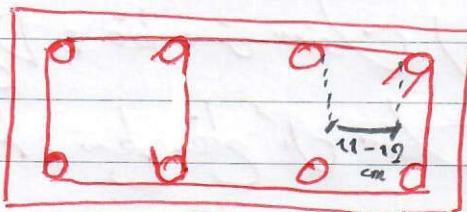
$\leq 150 \text{ mm}$



$\leq 150 \text{ mm}$

مثال: حداقل آرماتور عرضی ستون روبه‌رو راضی کنید

10
 ϕ
24



550 mm

350 mm

قعر میلر = 10 mm

$$d_b = 24 \text{ mm} < 32 \text{ mm}$$

$$S_{min} = \min(16 d_b, 48 d, h_{min})$$

$$\Rightarrow \min = (16 \times 24, 48 \times 10, 350) = 350 \text{ mm}$$

SAMAND

$\Rightarrow$ USE $\phi 10 @ 350 \text{ mm}$

موانع فولاد عرضی بصورت دوریج:

- حداقل قطر میلگرد دوریج $\leftarrow 10\text{mm}$

- فاصله حداقل بین دو حلقه متوالی (گام دوریج)

$$S_{\text{min}} = \max \left(25\text{mm}, \frac{4}{3} d_{\text{agg}} \right) \leftarrow$$

- حداکثر فاصله بین دو حلقه متوالی (گام دوریج) $\leftarrow S_{\text{max}} = 75\text{mm}$

- حداکثر نسبت حجم آرماتور دوریج:

$$\frac{4A_{sp}}{D_c S} = \frac{\text{حجم فولاد دوریج}}{\text{حجم هسته بتن}} \leq \rho_s \leq 0.45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}}$$

A_{ch} : سطح مقطع هسته ستون (از لبه خارجی فولاد عرضی)

f_{yt} : تنش تسلیم میلگرد دوریج ها

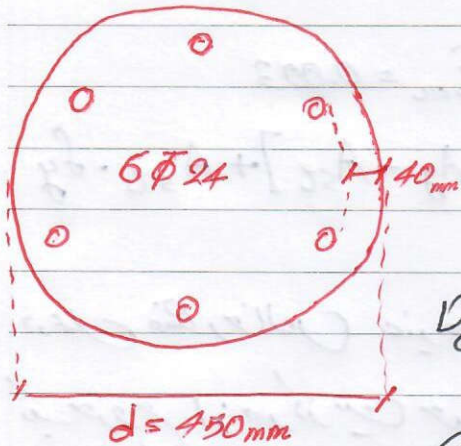
A_{sp} : مساحت مقطع دوریج f'_c : مقاومت فشاری بتن

D_c : قطر هسته ستون (میلگرد تا میلگرد دوریج ها)

A_g : سطح مقطع کل ستون f_{yt} : تنش تسلیم میلگرد دوریج ها

A_{ch} : سطح مقطع هسته ستون از لبه خارجی فولاد عرضی

مثال: حداقل آرماتور دایره‌ای مقطع زیر را حساب کنید



$$f'_c = 25 \text{ MPa} \quad f_{yt} = 400 \text{ MPa}$$

$$s = 40 \text{ mm} \quad \text{فاصله بین ریف دایره‌ای}$$

$$D_c = 450 - 2 \times 40 = 370 \text{ mm}$$

← کاور

$$\rho = \frac{4 A_{sp}}{D_c s} = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f_c}{f_{yt}}$$

حداقل قطر

دایره‌ای بر اساس

این نام

$$A_{sp} = \frac{\pi}{4} \times 10^2 = 78.5 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_g}{A_{ch}} = \frac{\frac{\pi}{4} d^2}{\frac{\pi}{4} D_c^2} = \frac{d^2}{D_c^2} = \left(\frac{450}{370} \right)^2$$

$$\Rightarrow s = \frac{4 A_{sp} \cdot f_{yt}}{0.45 D_c \cdot f_c \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right)} = \frac{4 \times 78.5 \times 400}{0.45 \times 370 \times 25 \left[\left(\frac{450}{370} \right)^2 - 1 \right]}$$

$$\Rightarrow s = 62.9 \text{ mm}$$

$$\text{فاصله آزاد} : 62.9 - 10 = 52.9 \text{ mm}$$

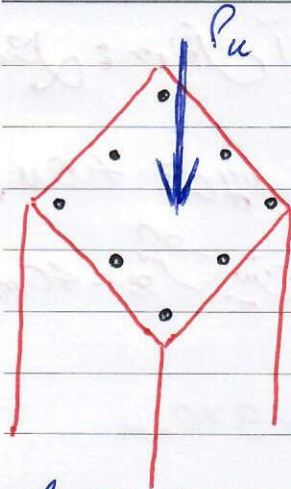
بین میلگردها

فاصله آزاد
تأثیر بر قطر است

$$25 \text{ mm} < 52.9 < 75 \text{ mm} \quad \checkmark$$

حداقل فاصله اجزای دایره‌ای $\Rightarrow$ USE $\Phi 10 @ 50 \text{ mm}$

الف) بار محوری خالص



$$\rightarrow \epsilon_{cu} = 0.003 \text{ در آستانه خرابی}$$

$$P_o = 0.85 f'_c [A_g - A_{sc}] + A_{sc} \cdot f_y$$

در عمل فشار خالص غیر ممکن است و همیشه

یک خروجی از مرکزیت حداث و وجود دارد و برای محاسبه
مقاومت فشاری ستون را کاهش می دهیم

$$P_{n,max} = 0.8 P_o \quad \text{با ستون یک طرفه}$$

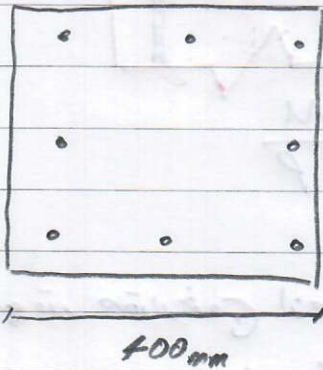
$$\Rightarrow P_{n,max} = 0.8 [0.85 f'_c (A_g - A_{sc}) + A_{sc} \cdot f_y]$$

$$P_{n,max} = 0.85 P_o \quad \text{با ستون دو طرفه}$$

$$\Rightarrow P_{n,max} = 0.85 [0.85 f'_c (A_g - A_{sc}) + A_{sc} \cdot f_y]$$

$$\Rightarrow P_u \leq \phi P_{n,max}$$

مسئله ۸ ظرفیت باربری محوری خالص یک ستون مربعی
 به ضلع ۴۰۰ با میلگردهای عود ۸ $\phi 25$ با $f'_c = 25$
 و $f_y = 300$ محاسب کنید
 MPa



$$A_{st} = 8 \times \frac{\pi}{4} \times 25^2 = 3927 \text{ mm}^2$$

$$P_{r, nom} = 0.8 [0.85 f'_c (400^2 - 3927) + 3927 \times 300] = 3595.7 \text{ kN}$$

ظرفیت طراحی $\rightarrow \phi P_{r, nom} = 0.65 \times 3595.7 = 2337.2 \text{ kN}$
 ← مقدار بار تحملی

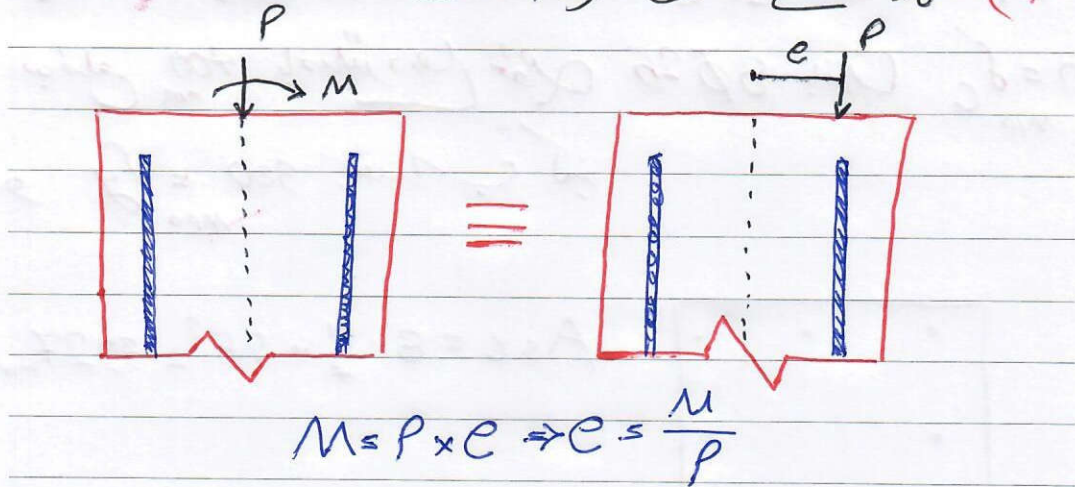
Subject:

YEAR:

MONTH:

DAY:

(ب) تحلیل اعضای فشاری همراه با خمشی



* هر چه قدر مقدار خروج از مرکزیت نیروی محوری فشاری (e) بیشتر باشد، رفتار مقطع از تسلط فشاری به تسلط کششی سوق پیدا می کند؛ در حقیقت در حالت (e=0) تمامی مقطع تحت تنش فشاری قرار دارد.

* بازپاشیدن مقدار، تنش فشاری در یک سمت مقطع محرم الحرام و تا نهایتاً تنش به منفرد؛ در ادامه باز هم بازپاشیدن مقدار خروج از مرکزیت، تنش کششی در یک سمت مقطع بوجود می آید و رفته رفته، رفتار مقطع به سمت تسلط کششی نزدیک می شود.

* تسلط کششی به معنای تسلط فولاد و مقطع در کشش در یک طرف آغاز شده و خورد شدن بتن در طرف دیگر به تدریج تشکیل می شود.

Subject:

Year:

Month:

Day:

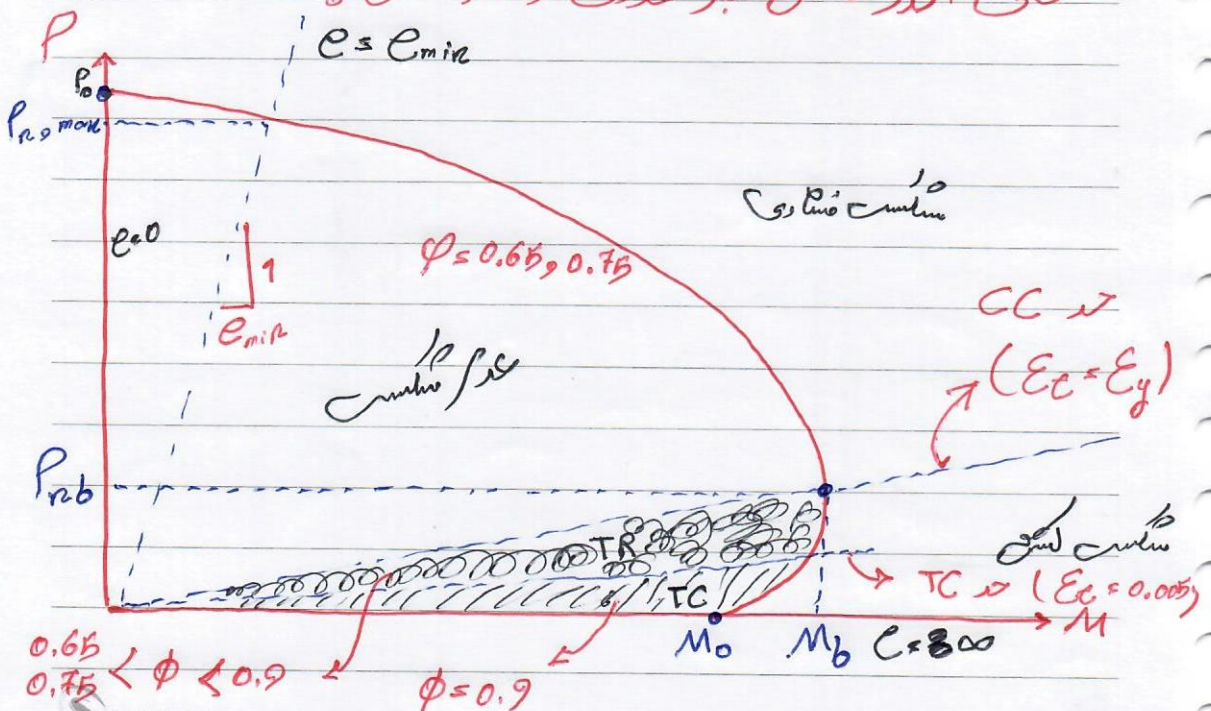
* برای تحلیل و طراحی ستون تحت فشار، یک مقدار خروج از مرکزیت متوازن در نظر می‌گیرند (e_b)

* اگر مقدار خروج از مرکزیت نیروی فشاری از e_b کمتر باشد، ستون با سست فشاری مواجه خواهد بود و اگر مقدار خروج از مرکزیت بیش از e_b باشد ستون انتظار سست کشی خواهد داشت

$e < e_b \rightarrow$ سست فشاری

$e > e_b \rightarrow$ سست کشی

محتی اندر کشی بار محوری و لنگر خمشی :



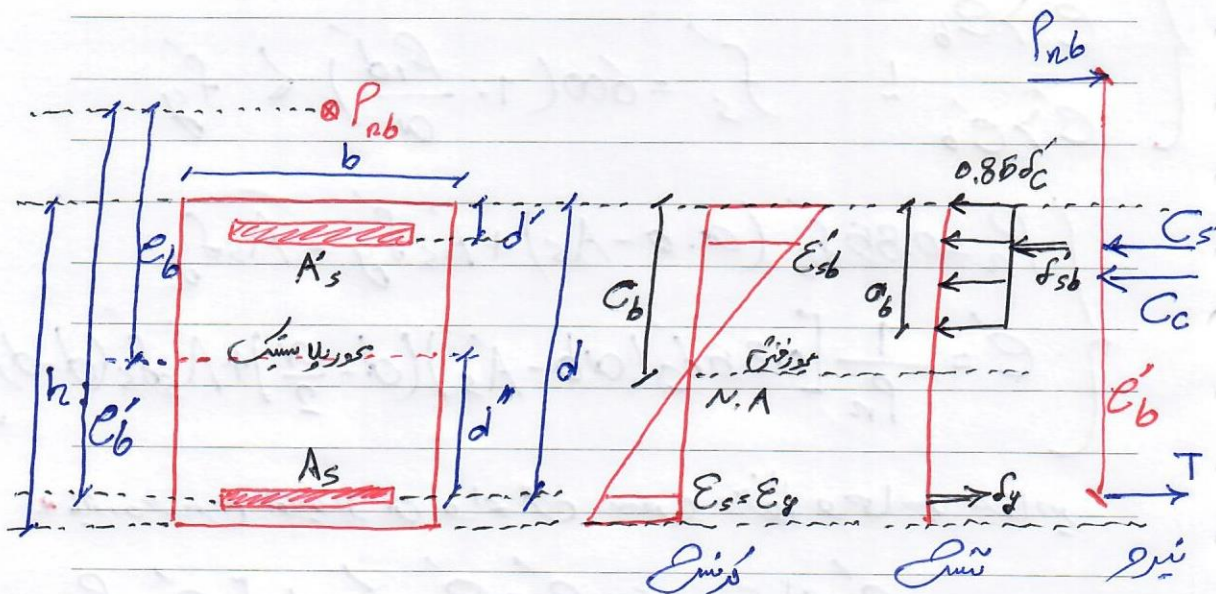
* دقت شود که معنی اندر کشتن بار محوری و لنتر معنی معروف سطح
 سگست معنی در خطی باربری نباید است و هر نقطه که داخل این
 صحن قرار گرفته است، بیاتر ترکیب از بار محوری و لنتر معنی است که
 منجر به سگست معنی می شود و نقاط واقع بر این صحن، آستانه
 سگست معنی، انسان در دهله

سگست معنی $e < e_b$

سگست کشتی $e > e_b$

حد سگست معنی کشتی $e = e_b$

بدرستی باریک‌بینی ستونی در حالت متوازن ($C = C_b$)



$$\alpha_b = \beta_1 \times d \frac{600}{600 + f_y} \quad f'_{sb} = 600 - \frac{d'}{d} (600 + f_y) \leq f'_y$$

$$P_{rb} = 0.85 f'_c (\alpha_b \cdot b - A'_s) + A'_s f'_{sb} - A_s f_y$$

$$\sum M = 0 \Rightarrow e_b = \frac{1}{P_{nb}} \left[0.85 f'_c (\alpha_b \cdot b) \left(d - \frac{\alpha_b}{2} \right) + A'_s f'_s (d - d') \right]$$

$$\left\{ \begin{array}{l} e < e_b \Rightarrow \text{cathode current} \\ e > e_b \Rightarrow \text{anode current} \end{array} \right.$$

بررسی سازه در حالت تسلیم کششی

$$\left\{ \begin{array}{l} P_n < P_{nb} \\ e > e_b \\ e' > e'_b \end{array} \right.$$

$$f'_s = 600 \left(1 - \frac{P_{id'}}{\alpha} \right) < f_y$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_n = 0.85 f'_c (\alpha b - A'_s) + A'_s f_y - A_s f_y \\ e' = \frac{1}{P_n} [0.85 f'_c (\alpha b - A'_s) (\alpha - \frac{\alpha}{2}) + A'_s f'_s (\alpha - d')] \end{array} \right.$$

* نیاز به بررسی اولیه از α و اعمال سبب و خفا و محاسبه مقادیر

$$P_n \text{ و } e' \text{ تا جایی که } e' \leq e'_b \Rightarrow \text{درست اولیه}$$

این مقادیر باید در حالت چپ شود $\Rightarrow f'_s = f_y$ اثر مقادیر

$$\Rightarrow P_n = 0.85 f'_c b d \left\{ \left[\rho' (m' - 1) - \rho_m + \left(1 - \frac{e'}{d} \right) \right] + \sqrt{\left(1 - \frac{e'}{d} \right)^2 + 2 \left[\frac{e'}{d} (\rho_m - \rho' m' + \rho') + \rho' (m' - 1) \left(1 - \frac{d'}{d} \right) \right]} \right\}$$

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

$$\rho' (m' - 1) \left(1 - \frac{d'}{d} \right)$$

$$\rho' = \frac{A'_s}{b d}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c}$$

$$m' = \frac{f'_y}{0.85 f'_c}$$

* افتراض شود که $\delta_s \leq \delta_y$ و $A_s \leq A'_s$ خطای نیست

$$P_n = 0.85 \delta'_c b d \left[\left(1 - \frac{e'}{d}\right) - \rho + \sqrt{\left(1 - \frac{e'}{d}\right)^2 + 2\rho \frac{e'}{d} + 2\rho(m-1)\left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \right]$$

* افتراض شود که $C_c = 0.85 \delta'_c \alpha b$ که در این مسئله خالص

و مساحت نامخالص بستن برابر باشند

$$P_n = 0.85 \delta'_c b d \left[\left(1 - \frac{e'}{d}\right) + \sqrt{\left(1 - \frac{e'}{d}\right)^2 + 2\rho m \left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \right]$$

بدین حالت مساحت ستون در حالت مساحت ستونی

$$\left\{ \begin{array}{l} P_n > P_{nb} \\ e < e_b \\ e' < e'_b \end{array} \right.$$

$$\delta'_s = 600 \left(1 - \frac{d'}{C}\right) \leq \delta_y$$

$$\delta_s = \frac{600}{m} \left(\frac{d}{C} - 1\right) \leq \delta_y$$

$$P_n = 0.85 \delta'_c (\alpha b - A'_s) + A'_s \delta'_s - A_s \delta_s$$

$$e' = \frac{1}{P_n} \left[0.85 \delta'_c (\alpha b - A'_s) \left(d - \frac{\alpha}{2}\right) + A'_s \delta'_s (d - d') \right]$$

1. حدست اولیه C

2. محاسبه δ_s و δ_y (توجه شود که چون $e' < e'_b$ است باید $\delta_s < \delta_y$)

باید و اثرات مقور نشود، مجدداً یک C دیگر حرف می زنیم

$$C \downarrow \Rightarrow \delta_s \uparrow \quad C \uparrow \Rightarrow \delta_s \downarrow$$

3. مقایسه α, β, C و P_n

اگر $e' = e'_0 \leq e'_m$ و C دوست انتخاب شود
 اگر $e' < e'_0 \leq e'_m$ باید C کوچکتر استفاده شود
 اگر $e'_m < e' \leq e'_0$ باید C بزرگتر استفاده شود

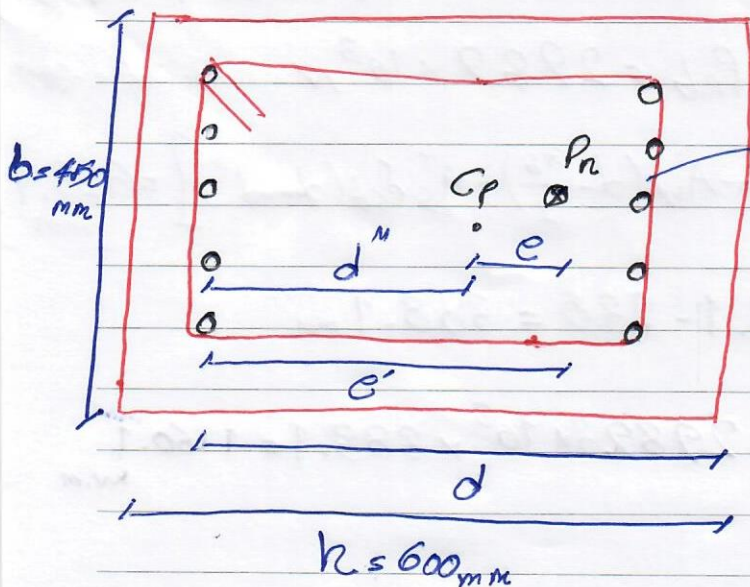
ضریب کاهش مقاومت سازه

1. مقطع مستطیل کشیده با $\epsilon_{cu} = 0.003$ $\rightarrow$ مقطع با دور سیم $\phi \leq 0.75$
 مقطع با خامنه C بین $\phi \leq 0.65$

2. مقطع گسترش کشیده $\left(\frac{\sigma}{d_c} < \frac{\sigma_{del}}{d_c} = \frac{3}{8} \beta_1 \right) \phi \leq 0.9$

3. مقطع در ناحیه انتقال $\rightarrow$ نباشد $\phi = 0.233 + \frac{0.25}{C/d_c}$
 با دور سیم $\phi = 0.50 + \frac{0.15}{C/d_c}$

برای ستون زیر ظرفیت باربری متوازن را بیست آورید



$$A_s = A'_s = 5 \Phi 30$$

$$f_y = f'_y = 400 \text{ MPa}$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

با فرض کادر
برابر 40 mm

$$\Rightarrow d = 600 - 40 - \frac{30}{2} - 10 = 535 \text{ mm} \quad d' = 65 \text{ mm}$$

$$d'' = d - \frac{h}{2} = 535 - \frac{600}{2} = 235 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{0.05}{7} (30 - 28) = 0.836$$

$$\alpha_b = \beta_1 d \times \frac{600}{600 + f_y} = 268.36 \text{ mm}$$

$$f_{sb} = 600 - \frac{d'}{d} (600 + f_y) = 478 \text{ MPa} > f_y \Rightarrow f_{sb} = 400$$

$$A_s = A'_s = 5 \times \frac{\pi}{4} \times 30^2 = 3534 \text{ mm}^2$$

$$P_{nb} = 0.85 f'_c (\alpha_b \cdot b - A'_s) + A'_s f'_{sb} - A_s f_y$$

$$\Rightarrow P_{rb} = 0.85 \times 30 (268.36 \times 450 - 3534) + 3534 \times 400 - 3534 \times 400 \Rightarrow P_{rb} = 2989 \times 10^3 \text{ N}$$

$$e'_b = \frac{1}{P_{rb}} \left[0.85 f'_c \left(\alpha_b \cdot b - A_s \right) \left(d - \frac{\alpha_b}{2} \right) + A_s f'_s (d - d') \right] = 628.1 \text{ mm}$$

$$e_b = e'_b - d' = 628.1 - 235 = 388.1 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow M_{rb} = P_{rb} \times e_b = 2989.3 \times 10^3 \times 388.1 = 1160.1 \text{ kN.m}$$

از ص 632 الی 639
 پیوست کتاب بین
 شکل 1-17 الی 1-32

مثلاً) ظرفیت باربری ستون مسلح قبل از با $c = 400$ mm بدست آورده

$$c = 400 > e_b = 388.1 \text{ mm} \rightarrow \text{حالت مایل کمر}$$

$$f'_s = f'_a \text{ و } f'_y = f_y \text{ و } A_s = A_{s \text{ مایل}}$$

$$P_n = 0.85 \times 30 \times 450 \times 535 \left[\left(1 - \frac{635}{535}\right) - 0.0147 + \sqrt{\left(1 - \frac{635}{535}\right)^2 + \right.$$

$$\left. \frac{2 \times 0.0147 \times \frac{635}{535} + 2 \times 0.0147 \times (15.68 - 1) \times \left(1 - \frac{65}{535}\right)}{2 \times 0.0147 \times \frac{635}{535} + 2 \times 0.0147 \times (15.68 - 1) \times \left(1 - \frac{65}{535}\right)} \right]$$

$$\Rightarrow P_n = 287616 \times 10^3 \text{ N}$$

$$\rho = \frac{5534 = A_s}{450 \times 535} = 0.0147 \quad m = \frac{100}{0.85 \times 30} = 15.68$$

$$f'_s = f_y = f'_y \text{ بر حسب}$$

$$I: \quad \alpha = \frac{P_n}{0.85 f'_c b} = \frac{2876.6 \times 10^3}{0.85 \times 30 \times 450} = 250.7 \text{ mm}$$

$$C = \frac{\alpha}{\beta_1} = 299.9 \text{ mm} \quad f'_s = 600 \left(1 - \frac{\alpha}{c}\right) = 600 \left(1 - \frac{65}{299.9}\right) = 470$$

$$470 > f_y = 400 \Rightarrow f'_s = 400$$

$$M_n = P_n \times e = 2876.6 \times 10^3 \times 400 = 1150.6 \text{ kN.m}$$

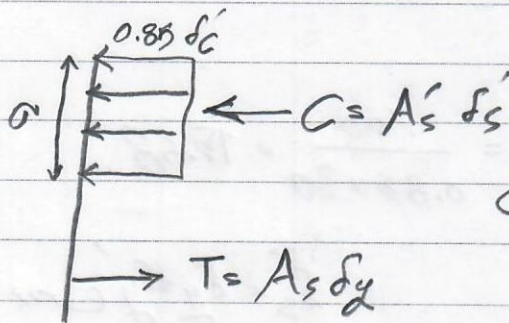
$$\varepsilon_c = \varepsilon_{cn} \left(\frac{d}{c} - 1 \right) = 0.003 \left(\frac{535}{292.9} - 1 \right) = 0.00235 \quad \phi \text{ Cmax}$$

$$\varepsilon_y = 0.002 < 0.00235 < 0.005 \Rightarrow (\text{dmax}) TR C \text{ اول}$$

$$\phi = 0.483 + 83.3 \times 0.00235 = 0.679$$

$$P_u = \phi P_n = 0.679 \times 2876.6 = 1963.3 \text{ kN}$$

$$M_u = \phi M_n = 1150.6 \times 0.679 = 781.3 \text{ kN.m}$$



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow P_n = 0.85 f_c' \alpha x b$$

ملاحظة: $e = 350 \text{ mm}$ با $e_b = 388.1 \text{ mm}$ (ملاحظة: $e_b = e' - d'' = 388.1$)

$$e = 350 \text{ mm} < e_b = 388.1 \text{ mm} \Rightarrow \text{C.R. Cmax}$$

$$e_o = e + d'' = 350 + 235 = 585$$

$$e_b = e_b' - d'' = 388.1$$

$$\text{وحيث } C = 350 \Rightarrow \alpha = \beta_1 C = 0.836 \times 350 = 292.6 \text{ mm}$$

$$f_s = 600 \left(1 - \frac{65}{350} \right) = 488 \text{ MPa} \Rightarrow f_s < 100 \text{ MPa}$$

$$f_s = 400 \left(\frac{535}{350} - 1 \right) = 317.1 \text{ MPa} < f_g$$

$$P_n = 0.85 \times 30 (292.6 \times 450 - 3534) + 3534 \times 400$$

$$- 3534 \times 317.1 = 3560.4 \times 10^3 \text{ N}$$

$$e' = \frac{1}{P_n} \left[0.85 f'_c (ab - A'_s) \left(d - \frac{a}{2} \right) + A'_s f'_s (d - d') \right]$$

$$e' = \frac{1}{3560.4 \times 10^3} \left[0.85 \times 30 (292.6 \times 450 - 3534) \left(535 - \frac{292.6}{2} \right) \right.$$

$$\left. + 3534 \times 400 (535 - 65) \right] = 542.3$$

باید $e' = e_o$ برابر شود، پس C را کوچکتر فرض میکنیم

$$C = 350 \Rightarrow e' = 543.3 < e_o = 585$$

$$C = 330 \Rightarrow a = \beta_1 C = 0.836 \times 330 = 275.9 \text{ mm}$$

$$f'_s = 400 \text{ MPa} \quad f_s = 372.7$$

$$P_n = 3172.3 \text{ kN} \Rightarrow e' = 597.4 > e_o = 585$$

با وجود خطا 2.1٪ است
مقدار C بدتر از این بهتر

خطا به زیر 1٪

$$C = 333 \Rightarrow a = \beta_1 C = 278.4 \text{ mm} \Rightarrow f'_s = 400 \text{ MPa}$$

$$f_s = 364 \text{ MPa}$$

$$P_o = 0.85 f'_c (A_g - A_{sc}) + A_{sc} \cdot f_y$$

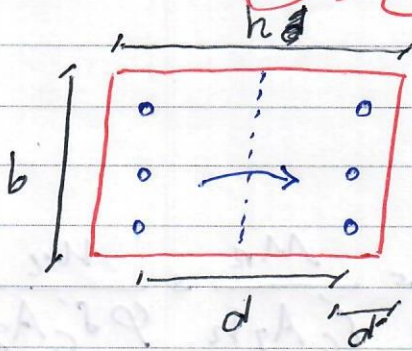
$$\Rightarrow P_o = 0.85 \times 30 (600 \times 450 - 2 \times 3534) + 2 \times 3534 \times 400$$

$$\Rightarrow P_o = 9532 \text{ kN}$$

$$P_n < P_{n, \max} \Rightarrow P_n = P_{n, \max} = 7625 \text{ kN}$$

$$P_u = \phi P_n = 0.65 \times 7625.6 = 4956.6 \text{ kN}$$

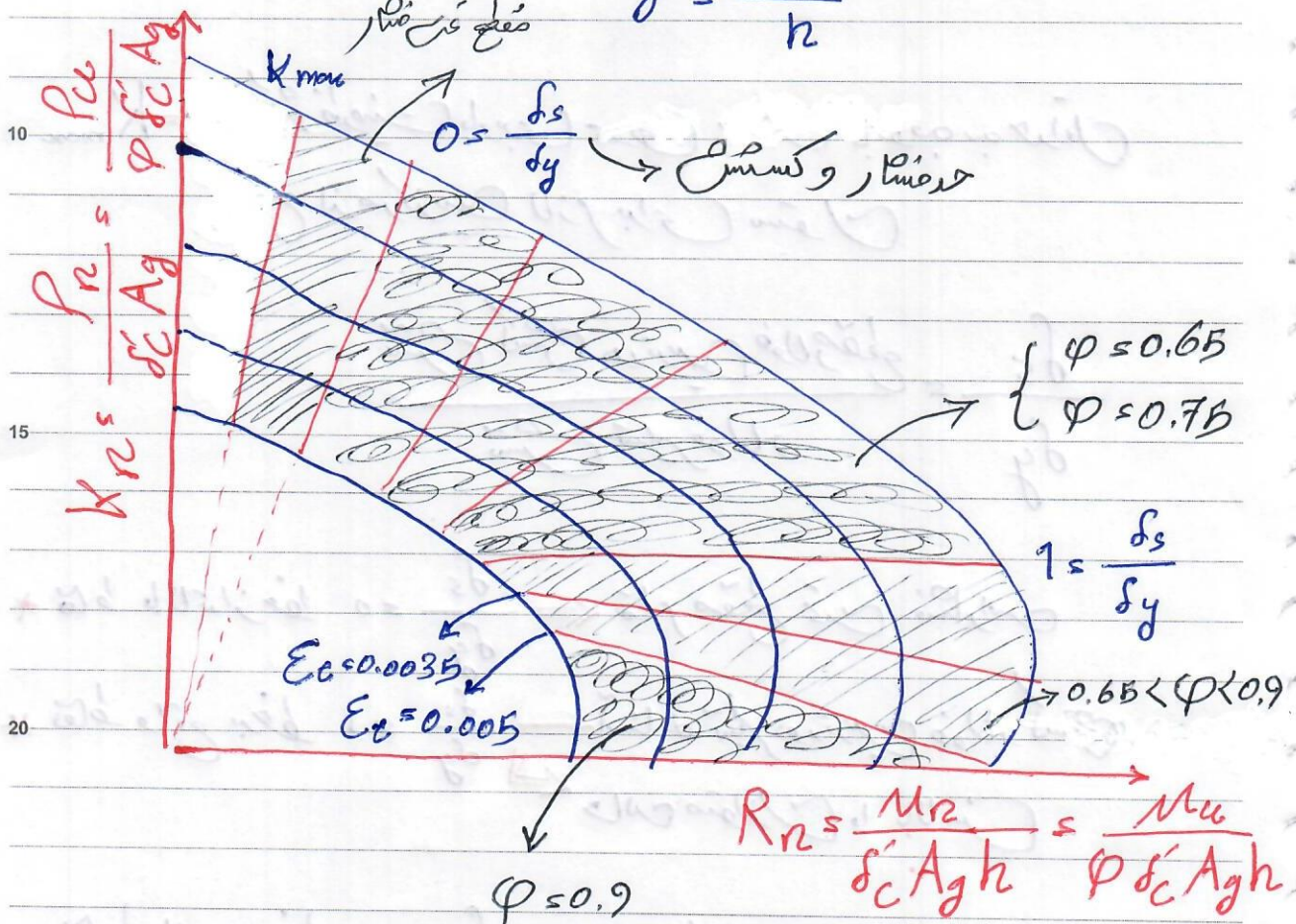
طراحی ستون‌ها براساس نمودارهای طراحی



$$e = \frac{M}{P} \quad A_g = b \times h$$

$$\rho = \frac{A_s}{bh} \quad 1\% < \rho < 8\%$$

$$\gamma = \frac{d-d'}{h}$$



مسئله ۱۰۵
حل

$$K_{n2} = \frac{P_n}{\phi_c \cdot A_g} = \frac{P_u}{\phi \phi_c' A_g}$$

مسئله ۱۰۵
افتح

$$P_{n2} = K_{n2} \times \frac{e}{h} = \frac{P_n \cdot e}{\phi_c' A_g h} = \frac{M_n}{\phi_c' A_g h} = \frac{M_u}{\phi \phi_c' A_g h}$$

۱۰ K_{max} ← حداکثر ظرفیت باربری محوری ستون با توجه به حداقل خروجی لازم برای ستون

۱۵

$$\frac{\phi_s}{\phi_y} = \frac{\text{نسبت کسشی دورترین فولاد مقطع}}{\text{نسبت تسلیم فولاد}}$$

* نقاط بالاتر از خط $\frac{\phi_s}{\phi_y} = 0$ ← تمام مقطع تحت فشار است

* نقاط واقع بر خط $\frac{\phi_s}{\phi_y} = 1$ ← آستانه تسلیم دورترین فولاد کسشی
حالت متوازن یا بالانس

* نقاط بالاتر از خط $\frac{\phi_s}{\phi_y} = 1$ ← حالت شکست فشاری $\phi = \begin{cases} 0.65 \\ 0.75 \end{cases}$

* نقاط بایس تراز خط $\epsilon_t = 0.005$ ← حالت سست کسب با وجود $\varphi = 0.9$

* نقطه سست $\epsilon_t = 0.005$ و $1 = \frac{d_s}{d_y} \leftarrow$ حالت TR

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi = 0.483 + 83.3 \epsilon_t \quad \text{نقطه دوج} \\ \varphi = 0.65 + 50 \epsilon_t \quad \text{بازدوج} \end{array} \right.$$

$$\gamma = \frac{d - d'}{h} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \gamma = 0.6 \Rightarrow \text{سقوط با جردین 300 تا 350 mm} \\ \gamma = 0.7 \Rightarrow \text{سقوط با جردین 400 تا 450 mm} \\ \gamma = 0.8 \Rightarrow \text{سقوط با جردین 600 تا 650 mm} \\ \gamma = 0.9 \Rightarrow \text{سقوط با جردین 1200 تا 1500 mm} \end{array} \right.$$

* برای سایر سقوط ها از درون بایس خط سست دو مقدار استفاده می شود در صورت بایس جدول تقریب و منظور از جردین یا رامتیر h است

$$\gamma_y = \frac{\text{نسبت تسلیم فولاد خمودر}}{\text{نسبت تسلیم فولاد صاف}} = \frac{420}{f_y} \Rightarrow \gamma_y = \frac{420}{f_y} \quad \text{برای سقوط های } f_y \text{ MPa}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{در مراحض} \Rightarrow P_c = P(\text{مغور}) \times \gamma_y \\ \text{در آنالیز} \Rightarrow P_c = \frac{P(\text{مغور})}{\gamma_y} \end{array} \right.$$

• سن اعلیه برای تعیین ابعاد یک ستون با نیروی محوری و لنگر فاجیه

ستون با شیب
(خاموش)

$$A_g (trial) = \frac{P_u}{0.4 + (\delta'_C + P_e \delta_g)}$$

ستون با دور
موج

$$A_g (trial) = \frac{P_u}{0.5 + (\delta'_C + P_e \delta_g)}$$

برای طراحی
اصطلاح

→ $P \approx 2\%$ ↑

مسئله: برای بار محوری و لنگر منحنی ناشی از بارهای مرده و زنده

زیر بافرین فولاد لژیونی در دو طبقه مواتی با محور منحنی مراس کش

$$P_D = 800 \text{ kN} \quad M_D = 8 \text{ kN.m}$$

$$P_L = 450 \text{ kN} \quad M_L = 4 \text{ kN.m}$$

$$f_y = 420 \text{ MPa} \quad f_c = 28 \text{ MPa}$$

10

$$P_u = 1.2 P_D + 1.6 P_L = 1.2 \times 800 + 1.6 \times 450 = 1680 \text{ kN}$$

$$M_u = 1.2 M_D + 1.6 M_L = 1.2 \times 8 + 1.6 \times 4 = 16 \text{ kN.m}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{16}{1680} \Rightarrow \text{عذر کوبی است}$$

$$P_c = 1.5\% \Rightarrow A_g (\text{trial}) \geq \frac{1680 \times 10^3}{0.4 + (28 + 0.015 \times 420)} = 111317 \text{ mm}^2$$

بافزین

$$\Rightarrow 111317 \approx 333 \times 333 \text{ mm}^2$$

باقی به کوبیک
بودن لنگر، مقطع
مربعی در نظر گرفته می شود

$$T_{rg} \rightarrow 350 \times 350 \quad \gamma = \frac{350 - 2(40 + 10 + \frac{20}{2})}{350} = 0.66$$

قطر فربین
میلگرد سبک
آلایز
کاور

25

$$K_n = \frac{P_u}{\phi f'_c \cdot A_g} = \frac{1680 \times 10^3}{0.65 \times 28 \times 350} = 0.75 \neq$$

← سست منبری

$$R_n = \frac{M_u}{\phi f'_c A_g h} = \frac{16 \times 10^6}{0.65 \times 28 \times 350^2 \times 350} = 0.021$$

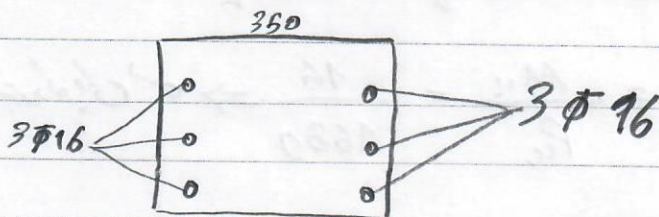
ضریب آیین نامه $\rho_g = 0.01$ حداقل مقدار است و همچنین طبقه فزون

است با سست بهر K_n (mm) با ρ طبقه به سست، است سست

می شود؟ در واقع به سست طبقه ای با سست $\rho = 0.01$ و $K_n = 0.75 \neq$

$$\rho_t = 0.01$$

$$b \times h \rightarrow 350 \times 350$$



$$A_s = 0.01 \times 350 \times 350 = 1225 \text{ mm}^2 \Rightarrow 6\Phi 16$$

$$P_u = 1680 \text{ kN}$$

$$M_u = 700 \text{ kN.m}$$

$$f'_c = 28 \text{ MPa} \quad f_y = 420 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{700}{1680}$$

$$A_g \gg \frac{P_u}{0.44(f'_c + \rho f_y)}$$

$$\xrightarrow{\text{باقی}} A_g \geq 111317 \text{ mm}^2 \rightarrow 333 \times 333$$

$$\rho = 0.015$$

$$\Rightarrow \text{شیر زبانی} \Rightarrow \text{شیر 400} \times 600$$

$$\gamma_s = \frac{600 - 2(40 + 10 + \frac{20}{2})}{600} = 0.78 \approx 0.8$$

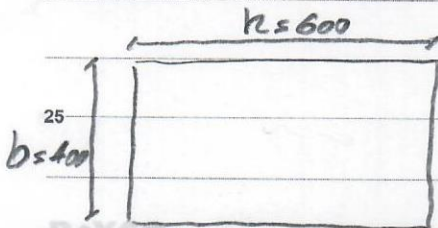
$$K_n = \frac{P_u}{\phi f'_c A_g} = \frac{1680 \times 10^3}{0.65 \times 28 \times (400 \times 600)} = 0.385$$

15 $\leftarrow$ باقی ρ و P_u و M_u و h

$$R_n = \frac{M_u}{\phi f'_c A_g h} = \frac{700 \times 10^6}{0.65 \times 28 \times (400 \times 600) \times 600} = 0.267$$

$$\Rightarrow \rho_g = 0.03 \Rightarrow \text{در تمام سطح مقطع میلگرد قرار دارد و مقبول است}$$

$$\Rightarrow A_s = 0.03 \times 400 \times 600 = 7200 \text{ mm}^2$$



$$P_u = 1680 \text{ kN} \quad M_u = 1400 \text{ kN.m}$$

$$f'_c = 28 \text{ MPa} \quad f_y = 420 \text{ MPa}$$

$$A_g \geq 11317 \text{ mm}^2 \quad \text{Try} \Rightarrow 400 \times 800 \Rightarrow \gamma = 0.84$$

$$\Rightarrow \begin{cases} K_n = 0.208 \\ R_n = 0.217 \end{cases}$$

$$\phi = 0.9 \quad \text{با فرض}$$

$$\begin{cases} \gamma \leq 0.8 \Rightarrow P_g = 0.023 \\ \gamma \leq 0.9 \Rightarrow P_g = 0.021 \end{cases} \Rightarrow P = 0.022$$

$$A_s = 0.022 \times 400 \times 800 = 7040 \text{ mm}^2$$

☆ در صورتی که f_y مصالح مطابق میل فست نبوده، مستط به روند
فوق حد شده و در امتداد کار، P را در γ متب

مستط