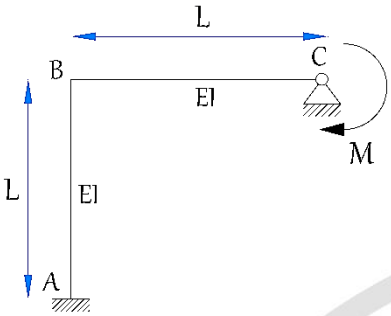
سوالات محاسبات مهر ۱۴۰۲

۱-در سازهٔ شکل زیر اگر از تغییر طول محوری اعضا صرف‌نظر شود و صلیب خمشی و طول اعضا یکسان باشد، مقدار لنگر خمشی در تکیه‌گاه A چه‌قدر خواهد بود؟



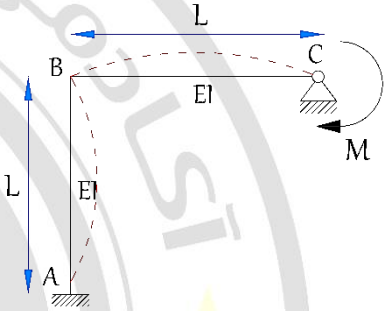
۱) $\frac{۱}{۲}M$ ۲) $\frac{۱}{۴}M$ ۳) $\frac{۱}{۸}M$ ۴) $\frac{۱}{۷}M$

$$M_{AB}=۲EI(۲\theta_A+(-\theta_B))=\frac{۲EI}{L}(-\theta_B)$$

$$M_{BA}+M_{BC}=۰\rightarrow\frac{۲EI}{L}(-۲\theta_B)+\frac{۳EI}{L}(-\theta_B)+\frac{M}{۲}=۰$$

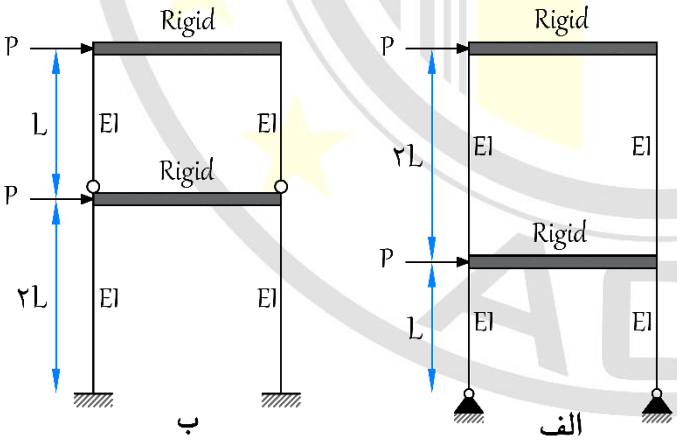
$$\rightarrow\frac{۷EI}{L}(-\theta_B)=-\frac{M}{۲}\rightarrow\theta_B=\frac{ML}{۱۴EI}$$

$$\rightarrow M_{AB}=\frac{۲EI}{L}(-\frac{ML}{۱۴EI})=-\frac{M}{۷}$$



گزینه «۴»

۲- در شکل زیر در هر دو سازهٔ (الف) و (ب) تیرها کاملاً صلب و صلبیت خمشی ستون‌ها یکسان و برابر EI است. اگر از تغییر طول محوری و تغییر شکل برشی ستون‌ها و نیز از آثار مرتبهٔ دوم صرف‌نظر شود. کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟



۱) حداکثر تغییر مکان جانبی قاب (ب) بیش از حداکثر تغییر مکمان جانبی قاب (الف) است.

۲) در قاب (ب) تغییر مکان جانبی نسبی طبقهٔ اول کمتر از حداکثر تغییر مکان جانبی نسبی طبقهٔ دوم است.

۳) حداکثر تغییر مکان جانبی قاب (الف) بیش از حداکثر تغییر مکان جانبی قاب (ب) است.

۴) در قاب (الف) تغییر مکان جانبی نسبی طبقهٔ اول کمتر از حداکثر تغییر مکان جانبی نسبی طبقهٔ دوم است.

الف) تغییر مکان جانبی قاب $\Delta_T = \frac{۲Ph^۳}{۳EI}$

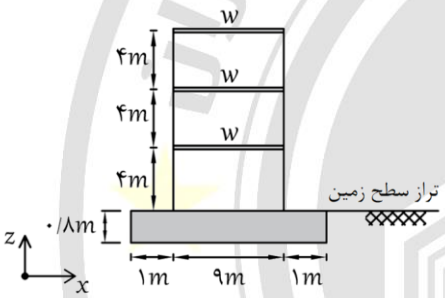
$$\Delta_T = \Delta_۱ + \Delta_۲ = \frac{Ph^۳}{۳EI} + \frac{Ph^۳}{۳EI} = \frac{۲Ph^۳}{۳EI}$$

ب) تغییر مکان جانبی قاب $\Delta_T = \frac{۵Ph^۳}{۶EI}$

$$\Delta_T = \Delta_۱ + \Delta_۲ = \frac{Ph^۳}{۶EI} + \frac{۲Ph^۳}{۳EI} = \frac{۵Ph^۳}{۶EI}$$

گزینه «۱»

۳- در شکل زیر نمای یک ساختمان مسکونی سه طبقه با زمان تناوب اصلی ۳ - ۰ ثانیه نشان داده شده است. وزن مؤثر لرزه‌ای طبقات یکسان و برابر w و وزن مؤثر شالوده برابر $\frac{۱}{۳}$ کل وزن مؤثر لرزه‌ای ساختمان است. اگر در روش تحلیل ستاتیکی معادل مقدار ضریب زلزله در حد مقاومت برابر ۰/۲ باشد، براساس این اطلاعات در امتداد X ضریب اطمینان این ساختمان در مقابل واژگونی به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (ρ = ۱/۰)



۱) ۲/۷۱ ۲) ۳/۶۲ ۳) ۴/۱۷ ۴) ۳/۱۳

###

$$T = ۰/۳ \rightarrow K = ۱۰$$

$$I = ۱/۰$$

$$C = ۰/۲$$

$$V_u = ۰/۲ \times ۳w = ۰/۶w$$

$$F_S = \frac{M}{M}$$

$$F_۳ = \frac{w \times ۳h}{wh(۱+۲+۳)} \times V_u = \frac{۳}{۶} V_u = ۰/۳w$$

$$F_۲ = \frac{w \times ۲h}{wh(۱+۲+۳)} \times ۰/۶w = ۰/۲w$$

$$F_۱ = \frac{wh}{wh(۱+۲+۳)} \times ۰/۶w = ۰/۱w$$

$$\overrightarrow{M_۰} = ۰/۳w \times ۱۲/۸ + ۰/۲w + ۸/۸ + ۰/۱w \times ۶/۸ = ۶/۰۸w$$

$$M = ۳w \times (۴/۵ + ۱) + \underbrace{\frac{۱}{۳} \times ۳w \times ۵/۵}_{} = ۲۲w$$

$$F_۵ = \frac{۱۲}{۶/۰۸} = ۳/۶۲$$

گزینهٔ «۲»

۴- دریک ساختمان اداری ۵ طبقه با زیربنای کل حدوداً $۱۰۰۰ m^۲$ مجموع انواع مختلف بارها به شرح زیر محاسبه شده است:

$۵۰۰۰ kN$ = مجموع بارهای مردهٔ تمامی طبقات از جمله بام (به غیر از وزن اسکلت)

$۱۰۰۰ kN$ = وزن مؤثر کل اسکلت

$۲۵۰۰ kN$ = مجموع بارهای زندهٔ تمامی طبقات (به غیر از بام)

$۳۰۰ kN$ = کل بار زندهٔ بام

$۳۰۰ kN$ = کل بار برف بام (منطقهٔ با برف زیاد)

$۸۰۰ kN$ = مجموع بار مؤثر دیوارهای تقسیم‌کننده از نوع زنده

$۱۵۰۰ kN$ = مجموع بار مؤثر دیوارهای پیرامونی و دست‌اندازها

اگر ضریب زلزله (C) این ساختمان ۰/۱۵ باشد، مقدار نیروی برشی پایه (برش پایه) در حد مقاومت به کدام‌یک از مقادیر زیر تزدیک‌تر است؟ فرض کنید ساختمان فاقد زیرزمین بوده و در روی سطح زمین احداث می‌شود. ($\rho = ۱/۰$)

۱) ۱۳۲۹ kN ۲) ۱۲۴۲ kN ۳) ۱۲۳۳ kN ۴) ۱۳۳۸ kN

$$w = (۵۰۰۰ + ۱۰۰۰) + (۱۵۰۰ + ۸۰۰) + ۰/۲(۲۵۰۰ + ۳۰۰) + ۰/۲ \times ۳۰۰ = ۸۹۲۰ \text{ kw}$$

$$V_u = ۰/۱۵ \times ۸۹۲۰ = ۱۳۳۸ \text{ kw}$$

گزینهٔ «۴»

۵- در شکل زیر یک نردبان ثابت با اعضای فولادی نشان داده شده است. در طراحی به روش LRFD مقاومت خمشی مورد نیاز اعضا افقی نردبان به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید انتهای بالایی پایه‌های نردبان ثابت بالایی تراز سقف طبقه یا محل اتکا قرار نمی‌گیرد. همچنین اتصال اعضای افقی به پایه‌های قائم را مفصلی فرض نموده و از وزن اعضای نردبان صرف‌نظر نمائید.

###

۱) ۰/۲۰ kN.m ۲) ۰/۲۴ kN.m ۳) ۰/۱۷ kN.m ۴) ۰/۲۷ kN.m

$$P_U = ۱/۶ \times ۱/۳۶ = ۲/۱۶$$

$$M_u = \frac{PL}{u} = \frac{۲/۱۶ \times ۰/۵}{۶} = ۰/۲۷ \text{ kN.m}$$

گزینهٔ «۴»

۶- کنیئ کنید قرار است یک ساختمان از نوع قاب خمشی فولادی متوسط با کاربری مسکونی بر روی خاک نوع I در شهر تهران ساخته شود. حداکثر ارتفاع مجاز این ساختمان از روی تراز پایه برای آن‌که بتوان بدون هرگونه تغییر، سازهٔ آن را در همین شهر بر روی خاک نوع II نیز احداث نمود. به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید در هر دو حالت باری محاسبهٔ نیروی زلزله از زمان تناوب تجربی بدون هرگونه افزایش و از روش استاتیکی معادل استفاده می‌شود و جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب ایجاد نمی‌کنند. همچنین فرض کنید در هر دو حالت تنش مجاز خاک یکسان بوده و ساختمان فاقد زیرزمین است و نیز برش پایهٔ حداقل تعیین‌کننده نیست.

۱) ۱۱/۵ m　　۲) ۹/۵ m　　۳) ۸/۵ m　　۴) ۱۰/۵ m

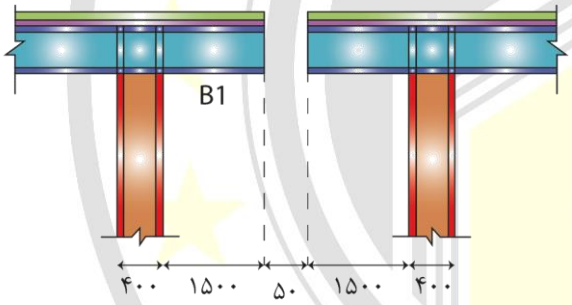
$$\begin{cases} I = ۱/۰ \\ R_n = ۵ \\ \pm KG \\ A = ۰/۳۵ \end{cases} \qquad H_{max} = ? \begin{cases} A = ۰/۳۵ \\ G_B \\ ???? \end{cases}$$

$$C = \frac{A \times B \times I}{R_A} =$$

$$B_۱ = B_۲ \rightarrow T_{max} = ۰/۴ \sec \rightarrow ۰/۴ = ۰/۰۵ \times ۰/۷۵ \Rightarrow H_{max} = ۸/۵ \text{ m}$$

گزینهٔ «۳»

۷- در شکل زیر بخشی از قاب فولادی که روی آن محل عبور و پارک خودروهایی با وزن حداکثر ۹۰ kN است نشان داده شده است (از درز برای کنترل آثار ناشی از تغییرات دما استفاده می‌شود). چنانچه با توجه به سطح بارگیر هر قاب، شدت بار یکنواخت مردهٔ وارد به تیر طرهٔ B۱ (شامل وزن تیر ۱۶ kN/m و شدت بار یکنواخت زندهٔ ناشی از بار گستردهٔ کف، با توجه به کاربری آن، ۲۴ kN/m فرض شود، در طراحی به روش LRFD مقاومت خمشی و برشی مورد نیاز ($M_۰$,$V_۰$) تیر طرهٔ (B۱) فقط تحت بارهای مرده و زنده (اعم از گسترده یا متمرکز) به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر خواهد بود؟ یال و جان تیرهای طره مستقیماً به ستون وصل شده‌اند و اتصال تیر طره به ستون گیردار است. (در شکل ابعاد به میلی‌متر هستند)



۱) $M_u = ۶۵ \text{ kN.m}$ ، $V_u = ۷۷ \text{ kN}$　　۲) $M_u = ۶۵ \text{ kN.m}$ ، $V_u = ۸۷ \text{ kN}$

۳) $M_u = ۹۴ \text{ kN.m}$ ، $V_u = ۸۷ \text{ kN}$　　۴) $M_u = ۹۴ \text{ kN.m}$ ، $V_u = ۷۷ \text{ kN}$

$P_L = ۳۰ \text{ kw}$　$q_۱ = ۲۴ \text{ kw/m}$

$q_۰ = ۱۰ \text{ kw/m}, q_۱ = ۲۴ \text{kw/m}$　　$P_L = ۳۰ \text{ kw}$

###　　###

$$q_D \text{ ناشی از } \begin{cases} M_b = \frac{۱/۶ \times ۱/۵^۲}{۲} = ۱۸ \text{ kw/m} \\ V_D = ۱۶ \times ۱/۵ = ۲۴ \text{ kw} \end{cases}$$

$$q_L \text{ ناشی از } \begin{cases} M_L = \frac{۲۴ \times ۱/۵^۲}{۲} = ۲۷ \text{ kw.m} \\ V_L = ۲۴ \times ۱/۵ = ۳۶ \text{ kw} \end{cases}$$

$$P_L \text{ ناشی از } \begin{cases} M_L = ۳۰ \times ۱/۵ = ۴۵ \text{ kw.m} \\ V_L = ۳۰ \text{ kw} \end{cases}$$

$$M_U = ۱/۲ \times ۱۸ + ۱/۶ \times ۴۵ = ۹۴ \text{ kw.m}$$

$V_U = ۱/۲ \times ۲۴ + ۱/۶ \times ۳۶ = ۸۷ \text{ kw}$

گزینهٔ «۳»

۸- یک ساختمان فولادی از نوع قاب خمشی ویژهٔ با کاربری مسکونی، واقع بر روی خاک نوع II و منطقه با خطر نسبی متوسط و با زمان تناوب اصلی برابر ۱/۰ ثانیه مفروض است. اگر این ساختمان در منطقه با خطر نسبی زیاد ساخته شود و زمان تناوب اصلی، وزن مؤثر لرزه‌ای و نوع خاک محل احداث آن تغییر نکند، در روش تحلیل استاتیکی معادل، مقدار نیروی برشی پایه حدوداً چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) ۱۲/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۲۰ ۴) ۱۵

$I = ۱/۰$ و $R_u = ۷/۵$

$T = ۱/۰ \text{ sec}$ ، $A = ۰/۲۵$ و خاک نوع II

$$\rightarrow C_۱ = ? \xrightarrow{۲۸۰} B = ۱/۳۲ \quad C_۱ = \frac{۰/۲۵ \times ۱ \times ۱/۳۲}{R_u}$$

$$\begin{cases} A = ۰/۳ \\ II \\ I = ۱/۰ \end{cases} \xrightarrow{۲۸۰} B = ۱/۳۸ \rightarrow C_۲ = \frac{۰/۳ kt ۱/۳۸ \times ۱/۰}{R_u} = \frac{۰/۴۱۴}{R_u}$$

$$\frac{C_۲ - C_۱}{C_۱} = ۲۵٪$$

گزینهٔ «۲»

۹- برای ساخت یک سازه نگهدارندهٔ لوله‌ها (پایپ رک‌ها) از سیستم قاب خمشی فولادی معمولی استفاده شده است. درصورتی که اتصال تیرها به ستون‌ها از نوع پیچشی با اتصالات گیردار فلنجی، که در محل اجرا می‌شود باشد، حداکثر ارتفاع مجاز آن از روی تراز پایه به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

۱) ۱۰/۵ متر ۲) ۱۵ متر ۳) ۲۰ متر ۴) ۳۰ متر

طبق توضیحات جدول ۵ - ۱ کتاب، استاندارد ۲۸۰۰ حداکثر ارتفاع تا ۳۰m مجاز است.

گزینهٔ «۴»

۱۰- در پهنهٔ با خطر نسبی زیاد تیری در ساختمان مسکونی با دهانهٔ ۱۶ متر به صورت دو سر مفصل، تحت اثر بار مرده (شامل وزن تیر) و زندهٔ یکنواخت بدون ضریب به ترتیب ۵۰ kN/m و ۴۰ kN/m قرار دارد. مقدار برش تیر ناشی از نیروی قائم زلزله (بدون ضریب) در فاصلهٔ ۴ متری از تکیه‌گاه تیر به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

۱) ۱۳۰ kN ۲) ۷۶ kN ۳) ۶۵ kN ۴) ۳۶ kN

$A = ۰/۳$ و $F_{۷u} = ۰/۶ \times ۰/۳ \times ۱/۰ (۴۰ + ۵۰) = ۱۶/۲ \text{ kn/m}$

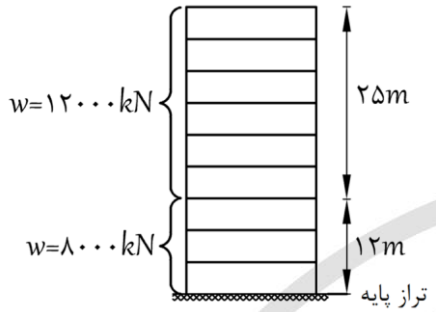
###

$V_{\text{ع}} = ۱۲۹/۶ - ۱۶/۲ \times ۴ = ۶۴/۸ \text{ kN}$

$$R_۱ = R_۲ = \frac{۱۶/۲ \times ۱۶}{۲} = ۱۲۹/۶ \text{ kN}$$

گزینهٔ «؟؟؟؟»

۱۱- سازه مسکونی شکل زیر واقع در شهر تهران را با دو سیستم سازه‌ای متفاوت در نظر بگیرید. سیستم سازهٔ تحتانی از نوع دیوار باربر همراه با دیوار برشی بتن آرمه ویژه و سازهٔ فوقانی از نوع قاب خمشی بتن آرمهٔ ویژه باشد. مقدار نیروی برشی زلزله در تراز پایه برای طراحی سازهٔ فوقانی به روش استاتیکی معادل به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ شرایط ترکیب سیستم به صورت دومرحله‌ای فراهم نبوده و زمان تناوب تجربی به دست آمده نباید افزایش داده شود. زمین نوع II بوده و برای هر دو قسمت $\rho = ۱$ فرض شود.



۱) ۱۷۲۵ kN ۲) ۲۴۴۵ kN ۳) ۱۰۴۵ kN ۴) ۱۱۷۵ kN

$$T = ۰/۰۵ \times ۳۷^{۰/۷۵} = ۰/۷۵ \sec$$

$$T_{?????} = \frac{۱۲ \times ۰/۷۵ \times ۲۵ \times ۱/۲۹}{۳/۷} = ۱/۱۲ \sec$$

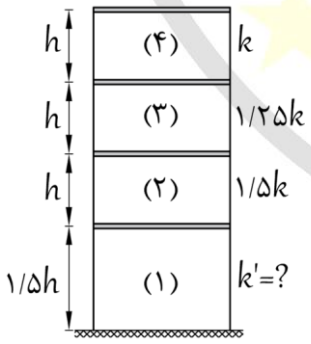
II

$$A = ۰/۳۵ \xrightarrow{} B = ۱/۲۶$$

$$V_{u(Bot)} = \frac{۰/۳۵ \times ۱/۲۶ \times ۱}{۷/۵}(۸۰۰۰ + ۱۲۰۰۰) = ۱۱۷۶ \text{ kN}$$

گزینهٔ «؟؟؟؟»

۱۲- فرض کنید در یک ساختمان مسکونی ۴ طبقه سختی طبقات مطابق شکل زیر است. حداقل سختی جانبی طبقهٔ اول ($k^۲$) برای آن‌که احداث این ساختمان در مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد بر روی زمین نوع IV مجاز باشد، مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟ ساختمان به لحاظ پیچشی منظم فرض شود.



۱) ۰/۹ k ۲) ۱/۰۵ k ۳) ۰/۸۷۵ k ۴) k

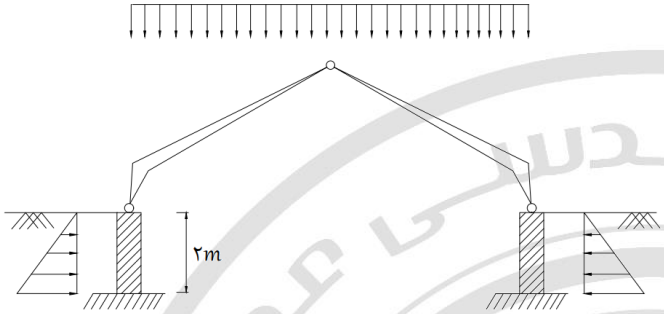
طبقه نباید خیلی نرم باشد.

$$k' \geq ۰/۶ k_{۱+۱} \rightarrow k' \geq ۰/۹^{۰/۱} k$$

$$\text{و } k' \geq ۰/۷ \left(\frac{۱/۵k + ۱/۲۵k + k}{۳}\right) \rightarrow k' \geq ۰/۸۷۵ \, k$$

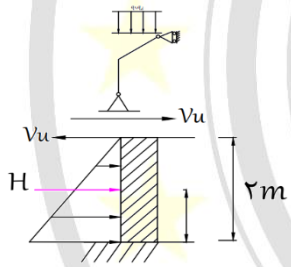
گزینهٔ «۱»

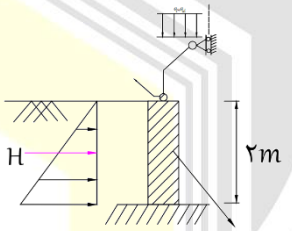
۱۳- در شکل زیر یکی از قاب‌های میانی یک سالن صنعتی خاص نشان داده شده است که در آن، قاب‌های فولادی روی پدستال‌هایی بتنی که همواره تحت فشار جانبی خاک هستند قرار می‌گیرند. رانش (برش در راستای افقی) پای هر کدام از ستون‌های قاب فولادی تحت بار مرده ۱۰ kN و تحت بار یکنواخت برف ۱۰ kN بوده و از طرفی کل فشار جانبی خاک بر هر پدستال که توزیع آن مثلثی فرض می‌شود، ۷۲ kN است. فقط تحت اثر بار مرده، برف و فشار خاک، مقاومت خمشی مورد نیاز M_u (بدون توجه به نیروی محوری) جهت طراحی پدستال به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



۱) ۱۶۵ kN ۲) ۴۵ kN ۳) ۱۲ kN ۴) ۸۸ kN

با توجه به تقارن سازه، تغییر مکان جانبی در مفصل خمشی محل محور تقارن نداریم





۱۴- ساختمان سه طبقه مسکونی با وزن موثر لرزه‌ای w و ارتفاع h برای کلیه طبقات مستقر بر خاک نوع ۲ در یزد مفروض است. حداقل نسبت d (عرض ساختمان) به h چقدر می‌تواند باشد تا این ساختمان بر اساس روش ساده شده استاندارد ۲۸۰۰ در برابر واژگونی مقاوم باشد؟ در محاسبات زمان تناوب اصلی را ۰/۲۵ در نظر بگیرید. R_u=۵ بوده و فرض کنید این ساختمان شرایط لازم برای کاربرد روش ساده شده را دارد. همچنین فرض نمایید ساختمان بر روی سطح زمین واقع بوده و در محاسبات از وزن شالوده و خاک روی آن صرف نظر شود و محاسبه لنگر واژگونی نسبت به سطح زمین مد نظر است.

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۵۵ ۳) ۰/۶۰ ۴) ۰/۴۵

$$V_u = \frac{ABIF}{R_u} W$$

$I = ۱/۰$

$F = ۱/۳ \Rightarrow V_u = \frac{۰/۲۵ \times ۲/۵ \times ۱ \times ۱/۲}{۵} \times ۳\,w = ۰/۴۵\,w$

I

در روش ساده شده توزیع نیرو در طبقات برحسب وزن طبقه می‌باشد بنابراین $F_۱ = F_۲ = F_۳ = \frac{w}{۳w} \times ۰/۴۵\,w = ۰/۱۵\,w$

###

$$F_۵ = ۱ = \frac{۶w \times \frac{۱}{۲}}{۰/۱۵w \times h + ۰/۱۵w \times ۲h + ۰/۱۵w \times ۳h} \Rightarrow \frac{d}{h} = ۰/۶$$

گزینهٔ «۳»

۱۵حداقل ضریب زلزله یک سازه مسکونی یک طبقه با ارتفاع ۳ متر با سیستم قاب خمشی بتنی متوسط در شهر تهران که بر روی خاک نوع II و هندسهٔ شکل زیر قرار دارد. حدوداً چه‌قدر است؟ فرض نمایید زمان تناوب تحلیلی سازه ۰/۲۰ ناحیه بوده و جداگرهای خاصی برای حرکت قاب‌ها ایجاد نمی‌کنند.

۱) ۰/۲۳ ۲) ۰/۲۱ ۳) ۰/۱۷۱ ۴) ۰/۱۹۷

$A = ۰/۳۵$ و $S_T = ۱/۲$

$V = Cw = k_h + w \rightarrow C = k_h \times S_T = ۰/۱۷۵ \times ۱/۲ = ۰/۲۱$

$k_h = ۰/۵ \times A = ۰/۵ \times ۰/۳۵ = ۰/۱۷۵$

گزینهٔ «۳»

۱۶- در شکل زیر فرض نمایید طول طره لبه پایین بام (x) به دلایلی از ۱.۲ متر به ۱.۸ متر افزایش یافته است. لنگر خمشی این تیر طره ناشی از بار برف (P_r) حدوداً چند درصد افزایش می‌یابد؟ در این طره امکان تجمع برف وجود داشته و به منظور سهولت انجام محاسبات در تمامی شرایط مقدار ؟ در طول تره برابر ۱ در نظر گرفته شود.

۱) ۵۵ ۲) ۷۰ ۳) ۱۲۵ ۴) ۹۰

حالت اول: طول طره ۱.۲ متر است

$$\sum M_{\text{تکیه‌گاه طره}} = ۰ \rightarrow M_۱ = \frac{۲P_r ۱.۲^۲}{۲} = ۱.۴۴P_r$$

حالت دوم: طول طره ۱.۸ متر است. تا طول ۱.۵ متر دارای برف $۲P_r$ و از طول ۱.۵ تا ۱.۸ متر دارای برف P_r می باشد.

$$\sum M_{\text{تکیه‌گاه طره}} = ۰ \rightarrow M_۲ = \frac{۲P_r ۱.۵^۲}{۲} + P_r \times ۰.۳ \times ۱.۶۵ = ۲.۷۴۵P_r$$

$$\frac{M_۲}{M_۱} = \frac{۲.۷۴۵P_r}{۱.۴۴P_r} = ۱.۹ \rightarrow \text{۹۰ درصد افزایش}$$

گزینه «۴»

۱۷- در خصوص احداث یک گود با عمق ۳۰ متر برای سطح اشغال ۸۰۰ مترمربع کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟

۱) برای این گود مطالعه کامل بررسی اندر کشش خاک و سازه در شرایط استاتیکی و دینامیکی الزامی است.

۲) تعداد گمانه‌های این گود نسبت به گودهای با عمق کمتر از ۲۰ کمتر باید حداقل دو برابر شود.

۳) مقدار مجاز تغییر شکل‌های این گود نسبت به گودهایی با عمق کمتر از ۲۰ متر باید ۲۰ درصد افزایش یابد.

۴) مقدار ضریب اطمینان پایداری این گود نسبت به گودهای با عمق متر از ۲۰ متر باید ۲۰ درصد کاهش یابد.

مبحث ۷ بند ۷-۳-۳-۱ ص ۳۰

تغییر شکل‌ها ۲۰٪ کاهش، ضرایب اطمینان پایداری و مقاومتی ۲۰٪ افزایش پیدا کرده و تعداد گمانه ۵۰٪ افزایش می‌یابد.

گزینه «۱»

۱۸- در خصوص تحلیل پایداری و تغییر شکل گودهای موقت (کمتر از یک‌سال) کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح نیست؟

۱) برای تحلیل گودهای موقت در نظر گرفتن بار زلزله الزامی نیست.

۲) برای تحلیل پایداری گودهای موقت استفاده از روش ضرایب بار و مقاومت، مجاز است.

۳) برای تحلیل پایداری گودهای موقت استفاده از روش تنش مجاز، مجاز است.

۴) ضریب اطمینان گودهای موقت برای پایداری کلی در هیچ شرایطی نباید کمتر از ۱/۵ در نظر گرفته شود.

مبحث ۷ بند ۷- ۳ - ۳- ۷ - ۴ ص ۳۴

تحلیل پایدار گودهای موقت به هر دو روش تنش مجاز و حالت حدی، مجاز است.

برای تحلیل گود موقت نیازی به در نظر گرفتن بار زلزله نیست.

فقط در صورت وجود ساختمان در حوزهٔ ناپایدار، ضریب اطمینان باید ۱/۵ در نظر گرفته شود.

گزینه «۴»

۱۹- در طراحی یک دیوار سازهٔ نگهبان به صورت خاک مسطح از مصالح پئوسنتتیک به عنوا مسلح‌کننده استفاده شده است. درصورتی که برای طراحی از روش تنش مجاز استفاده شود و ضرایب اطمینان جزئی در مقاومت کششی مسلح‌کننده‌ها به صورت زیر باشد، کدام‌یک از مقادیر زیر می‌تواند به عنوان حداکثر مقاومت کششی نهایی تضمین‌شدهٔ کارخانهٔ سازنده مسلح‌کننده‌ها است.

- ضریب اطمینان فساد بیولوژیکی برابر ۱/۰

- ضریب اطمینان خو شیمیایی برابر ۱/۳

- ضریب اطمینان خزش برابر ۲/۵

- ضریب اطمینان آسیب‌دیدگی ناشی از نصب برابر ۱/۲

۱) $۰/۳۳\ T_{utl}$ ۲) $۰/۲۵\ T_{utl}$ ۳) $۰/۴\ T_{utl}$ ۴) $۰/۷۵\ T_{utl}$

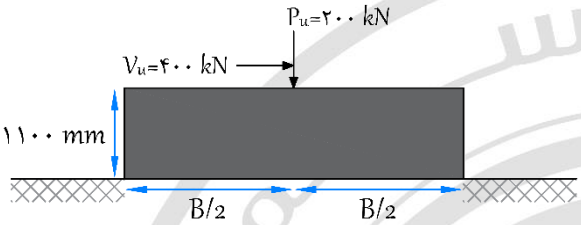
$$T_a = T_{ult}\left(\frac{۱}{۱\times ۱/۳\times ۲/۵\times ۱/۲}\right) \rightarrow T_a = \frac{T_{ult}}{۳/۹} = ۰/۲۵\,T_{ult}$$

لازم نیست ضریب اطمینان بزرگ‌تر از ۲/۵ در نظر گرفته شود.

$$T_a = \frac{T_{ult}}{۲/۵} = ۰/۴T_{ult}$$

گزینه «۳»

۲۰- مطابق شکل زیر یک پی منفرد و مربع بتنی تحت اثر نیروهای ضریب‌دار P_u و V_u قرار دارد که از بارهای زنده و مرده ناشی شده‌اند. درصورتی که خاک زیر پی از نوع زهکشی شده با زاویهٔ اصطکاک داخلی ۳۲ درجه باشد، تنها بر اساس کنترل لغزش، حداقل بُعد پی به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ وزن مخصوص بتن $\gamma_c = ۲۵\,kN/m^۳$ فرض شود.



۱) $B = ۳/۲۵\ m$ ۲) $B = ۳/۶۵\ m$ ۳) $B = ۴/۸۰\ m$ ۴) $B = ۴\ m$

نیروی مقاوم در برابر لغزش $\rightarrow S = P'tan\delta \rightarrow \begin{cases} \text{درجاریز} \rightarrow \delta = \phi \\ \text{پیش‌ساخته} \rightarrow \delta = \frac{۲}{۳}\phi \end{cases}$

نیروی محرک در برابر لغزش $\rightarrow V_u = ۴۰۰\ kN$

ضریب کاهش مقاومت $\rightarrow \phi = ۱$

ترکیب بار: $۱/۲D + ۱/۶L = ۱/۲W + P_u$ (بارهای ضریبدار)

$$S = P'tan\delta = (۲۰۰ + ۱/۲[۲۵ \times B \times B \times ۱/۱])tan۳۲^\circ \geq ۴۰۰kN \rightarrow (۲۰۰ + ۳۳B^۲)۰/۶۲ \leq ۴۰۰ \rightarrow B \geq ۳/۶۷\ m$$

گزینه «۲»

۲۱- در شرایطی که حرکت (تغییر شکل افقی) دیواری به ارتفاع ۶ متر نسبت به خاک ۱۰ میلی‌متر باشد، برای این‌که میزان فشار وارده از خاک در حالت محرک باشد. کدام گزینهٔ زیر صحیح است؟

۱) خاک پشت دیوار باید از نوع ماسهٔ متراکم باشد.
۲) خاک پشت دیوار باید از نوع ماسهٔ سست باشد.
۳) خاک پشت دیوار باید از نوع رس متراکم باشد.
۴) خاک پشت دیوار باید از نوع رس نرم باشد.

مبحث ۷ صفحه ۵۶

$$\frac{\Delta x}{H} = \frac{۱۰}{۶۰۰۰} = ۰/۰۰۱۶۷$$

خاک در حالت محرک ← خاک ماسه متراکم

گزینه «۱»

۲۲- در مورد ساختمان‌های بنایی با کلاف کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

۱) در این‌گونه ساختمان‌ها اگر ساختمان فقط دارای طبقه روی زمین بوده و ارتفاع طبقه از روی کلاف زیر دیوار یا پی بتنی تا زیر سقف برابر ۴ باشد، ضخامت دیوارهای سازه‌ای را می‌توان برابر ۲۵۰ میلی‌متر در نظر گرفت.

۲) با تعبیهٔ کلاف افقی اضافی در داخل دیوارها، می‌توان این نوع ساختمان‌ها را در دو طبقه با ارتفاع هر طبقه برابر ۵ متر اجرا نمود، به شرطی که ساختمان فاقد زیرزمین بوده و در تراز سطح زمین اجرا شده باشد.

۳) در این‌گونه ساختمان‌ها اجرای شالودهٔ می‌تواند به صورت خشکه چینی با سنگ انجام شود.

۴) در این‌گونه ساختمان‌ها اگر اختلاف سطح در طبقه برابر ۵۰۰ میلی‌متر باشد، می‌توان در انتهای هر قست از سقف یک کلاف افقی مجزا در دیواره حدفاصل دو قسمتی که اختلاف سطح دارند، اجرا نمود و دو قسمت را از طریق درز لرزه‌ای از یکدیگر جدا ننمود.

گزینه «۱» مبحث ۸ بند ۸-۵-۵-۳-۱ صفحه ۱۱۲

$$\frac{۴۰۰۰}{t} \le ۱۵ \rightarrow t \ge ۲۶۶\,mm \rightarrow \text{لاغری} \le ۱۵$$

گزینه «۲» مبحث ۸ بند ۸-۵-۴-۲ صفحه ۱۰۶

تعبیه کلاف اضافی ارتباطی با زیرزمین ندارد

گزینه «۳» مبحث ۸ بند ۸-۵-۵-۲-۱ صفحه ۱۰۹

اجراء شالوده بصورت خشکه چینی مجاز نیست

گزینه «۴» مبحث ۸ بند ۸-۵-۴-۴ صفحه ۱۰۷

$$\text{اختلاف سطح در طبقه} \begin{cases} \le ۶۰۰\,mm \rightarrow [\text{درز انقطاع یا کلاف افقی مجزا}] \\ > ۶۰۰\,mm \rightarrow \text{فقط درز انقطاع} \end{cases}$$

گزینه «۴»

۲۳- در مورد ساختمان‌های بنایی مسلح کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح نیست؟

۱) برای تعیین نیروی زلزله این ساختمان‌ها، در طراحی به روش مقاومت نهایی مقدار ضریب رفتار برابر ۴ است.

۲) در در طراحی اعضای بنایی مسلح، کمترین مقاومت خمشی اسمی در امتداد عضو نباید کمتر از یک چهارم حداکثر مقاومت خمشی اسمی در امتداد عضو باشد.

۳) در این‌گونه ساختمان‌ها زمانی که طول دهانهٔ تیر از ۸ برابر عمق مؤثر آن (d) بیشتر باشد، حداکثر مقدار مجاز خیز تحت بارهای بهره‌بردرای مرده و زنده برابر $\frac{\ell}{۲۴۰}$ (طول دهانهٔ تیر $= \ell$) است.

۴) در تحلیل و طراحی این‌گونه ساختمان‌ها، در تراز هر طبقه، حداقل ۸۰ درصد صختی جانبی طبقه باید توسط دیوارهای باربر برشیس تأمین شود.

.مبحث ۸

(۱) $R_u = ۴$ دیوار با شکل‌پذیری ویژه، $R_u = ۳/۵$ دیوار با شکل‌پذیری متوسط و $R_u = ۳$ دیوار با شکل‌پذیری معمولی

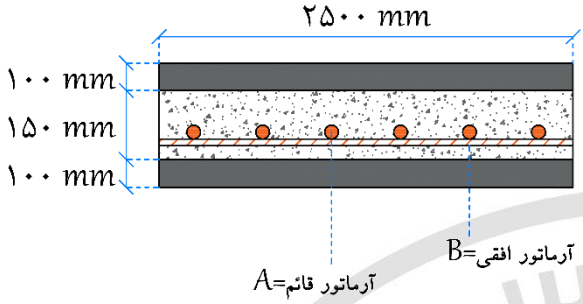
(۲) $M_{r\,max} \le ۴ M_{r\,min}$

(۳) $\mathrm{L} > ۸\,\mathrm{d} \rightarrow \Delta_{\text{allowable}} = \frac{\mathrm{L}}{۶۰۰}$

(۴) $K_{wall} \ge ۰/۸ K_T\,,\, K_{column} \le ۰/۲ K_T$

گزینه «۳»

۲۴- در یک دیوار آجری با مصالح بنایی مسلح به طول ۲/۵ m و ارتفاع ۴ m و با مقطع افقی شکل زیر که مقدار آرماتورهای قائم و افقی به دست آمده از طراحی به ترتیب ۱/۵ برابر و ۰/۵ برابر مقادیر آرماتورهای حداقل دیوار باشد، کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌تولند به‌عنوان آرماتورهای قائم و افقی مناسب دیوار باشد؟ در شکل اندازه‌ها به میلی‌متر است.



۱) $A:\varnothing ۱۰@۳۰۰mm, B:\varnothing ۸@۱۵۰mm$

۲) $A:\varnothing ۱۰@۲۰۰mm, B:\varnothing ۱۰@۲۵۰mm$

۳) $A:\varnothing ۱۰@۲۰۰mm, B:\varnothing ۱۰@۳۰۰mm$

۴) $A:\varnothing ۱۰@۱۲۵mm, B:\varnothing ۸@۱۵۰mm$

$\rho_v = ۱/۵\rho_{min} = ۱/۵ \times ۰/۰۰۰۷ = ۰/۰۰۱۰۵$

$\rho_v + \rho_h \geq ۰/۰۰۲ \rightarrow \rho_h = ۰/۰۰۰۹۵$

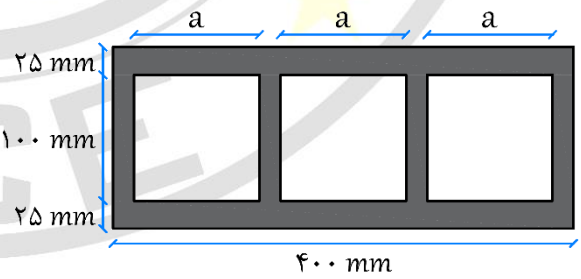
$d_v \geq ۱۰\ mm$

$$\rho_v = \frac{A}{S \times t} = \frac{\frac{\pi ۱۰^۲}{۴}}{S \times ۳۵۰\,mm} = ۰/۰۰۱۰۵ \rightarrow S \leq ۲۱۳\ mm$$

$$\rho_h = \frac{B}{S \times t} = \frac{\frac{\pi ۱۰^۲}{۴}}{S \times ۳۵۰\,mm} = ۰/۰۰۰۹۵ \rightarrow S \leq ۲۴۹\ mm$$

نزدیک‌ترین گزینه «۲»

۲۵- یک بلوک سیمانی دیواری توخالی دارای مقطع شکل زیر و بُعد عمود بر صفحه برابر ۲۰۰ mm است. حداکثر بُعد قابل قبول a برای آن‌که بتوان از این بلوک‌ها در دیوارهای سازه‌ای باربر استفاده نمود به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ ابعاد روی شکل به میلی‌متر است؟



۱) ۷۰ mm ۲) ۱۰۰ mm ۳) ۹۳ mm ۴) ۷۵ mm

(۱) مجموعه ضخامت جان یا پوسته در هر امتداد (بلوک سیمانی توخالی نوع ۱)

$$\frac{\Delta t}{۴۰۰} \geq ۰/۳ \rightarrow t \geq ۳۰\ mm \rightarrow a \leq ۹۳/۳۳\ mm$$

(۲) مساحت هر فضای خالی نسبت به مساحت کل

$$\frac{۱۰۰ \times a}{۹۰۰ \times ۱۵۰} \leq ۰/۰۱۲۵ \rightarrow a \leq ۷۵\ mm$$

(۳) مساحت فضای خالی به مساحت کل

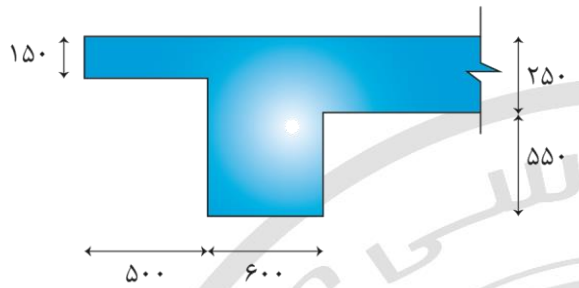
$$\frac{۳ \times ۱۰۰ \times a}{۴۰۰ \times ۱۵۰} \leq \frac{۱}{۲} \rightarrow a \leq ۱۰۰\ mm$$

$$\frac{۳ \times ۱۰۰ \times a}{۴۰۰ \times ۱۵۰} > ۰/۳۵ \rightarrow a > ۷۰\ mm$$

$\rightarrow ۷۰ < a \leq ۷۵ \text{ mm}$

گزینه «۴»

۲۶- در سیستم تیر - دال شکل زیر که به طور هم‌زمان بتن‌ریزی می‌شوند، سطح مقطع تیر T شکل که در تعیین نسبت سختی خمشی مقطع تیر به دال ($a_۱$) کاربرد دارد. حدوداً چند میلی‌مترمربع است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر بوده و دال دوطرفه فرض می‌شود. همچنین فرض نمایید طول دهانهٔ آزاد تیر برابر ۶ متر است.



۱) $۶۹۲۵\times۱۰^{۲} \text{ mm}^{۲}$ ۲) $۷۴۲۵\times۱۰^{۲} \text{ mm}^{۲}$ ۳) $۵۴۲۵\times۱۰^{۲} \text{ mm}^{۲}$ ۴) $۶۱۷۵\times۱۰^{۲} \text{ mm}^{۲}$

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

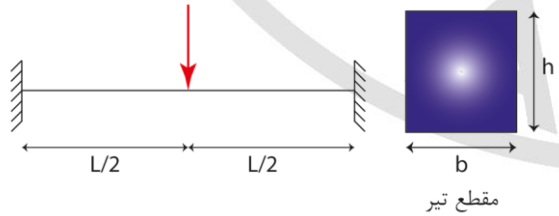
###

$S = ۵۵۰\times۲۵۰ + ۵۰۰\times۱۵۰ + ۶۰۰\times۸۰۰$

$= ۶۹۲۵\times۱۰^{۲} \text{ mm}^{۲}$

گزینهٔ «۱»

۲۷- در تیر بتنی شکل زیر، حداکثر ارتفاع مقطع تیر (h) برای آن‌که مدل‌سازی این تیر به‌عنوان یک عضو میله‌ای قابل قبول باشد، به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید وزن واحد طول تیر در مقایسه با آثار نیروی متمرک P بسیار ناچیز است.



۱) $۰/۴ \text{ L}$ ۲) $۰/۲۵ \text{ L}$ ۳) $۰/۲ \text{ L}$ ۴) $۰/۵ \text{ L}$

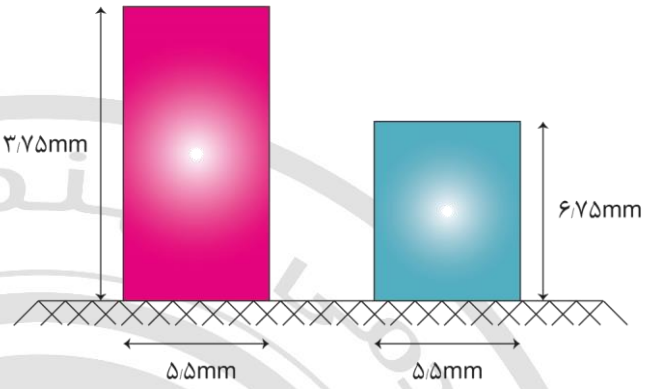
مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

در اعضای میله‌ای فاصلهٔ بین دو مقطع یا لنگر خمش صفر باید حداقل دو برابر ارتفاع عضو باشد.

$$\frac{\ell}{۲} \geq ۲\,h \Rightarrow h \leq \frac{\ell}{۴} = ۰/۲۵\,\ell$$

گزینهٔ «۲»

۲۸- در شکل زیر نمای دو دیوار برشی بتنی با شکل‌پذیری زیاد نشان داده شده‌است که دارای مقطع مستطیلی بوده و نسبت سطح مقطع آرماتورها در هر دو امتداد افقی و قائم (P_t, P_r) هر دو دیوار ۰/۰۰۷ است اگر مقاومت برش اسمی هر دو دیوار مساوی باشد. نسبت ضخامت دیوار (۱) به ضخامت دیوار (۲) به کدام‌کی از گزینه‌ها زیر نزدیک‌تر است؟ از اثر بار محوری بر مقاومت برشیس صرف‌نظر شود. بتن از نوع معمولی است. $f_1 = 30MPa, f_2 = 400MPa$



۱) ۱/۳ ۲) ۱/۲ ۳) ۱ ۴) ۱/۱

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

$$V_n = (\alpha_c > \sqrt{f'_C} + s + f_{yt})A_{CV} \le ۰/۶۶\sqrt{f'_C}A_{Cr}$$

$$\text{دیوار (۱)} \Rightarrow \frac{h_w}{\ell_w} = \frac{۱۳/۷۵}{۵/۵} \ge ۲ \Rightarrow \alpha_c = ۰/۱۷$$

$$\text{دیوار (۲)} = \frac{h_w}{\ell_w} = \frac{۸/۷۵}{۵/۵} = ۱/۵۹$$

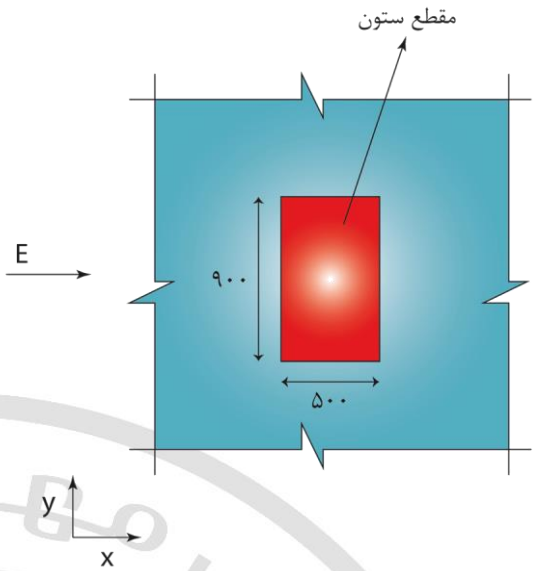
$$\alpha_c = ۰/۴۹ - ۰/۱۶(\frac{h_w}{\ell_w}) = ۰/۲۳۵$$

$$\min\begin{cases}\overbrace{(\underbrace{ac}_{۰/۱۷}\sqrt{f'_C} + s + f_{yt})A_{cr_1}}^{۳/۷۳} \\ ۰/۶۶\sqrt{f'_C}\,A_{cr_1}\end{cases} = \min\begin{cases}\overbrace{\underbrace{a_C}_{(۰/۲۳۵}\sqrt{f'_C} + s + f_{yt})A_{cr_2}}^{۴/۰۸۷} \\ ۰/۶۶\sqrt{f'_C}A_{cr_2}\end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{A_{cr_1}}{A_{cr_2}} = \frac{۴/۰۸۷}{۳/۷۳} = \frac{t_1}{t_2} = ۱/۰۹ \approx ۱/۱$$

گزینهٔ «۴»

۲۹- فرض کنید در سیستم دال - ستون (بدون تیر و دارای ستون میانی مطابق شکل زیر) تحت اثر نیروی زلزله در امتداد x در محل اتصال دال به ستون لنگر ضریب‌دار نامتعادل M_u ایجاد شده است. حداقل چه میزان از این لنگر باید از طریق اثر نیروی برشی که اطراف ستون در دال ایجاد می‌شود با اثر خروج از مرکزیت آن به ستون منتقل گردد؟ در عرض مؤثر دال بتنی $\varepsilon_t \cong \varepsilon_{ty} + ۰/۰۰۶$ بوده و عمق مؤثر دال بتنی برابر ۳۰۰ mm فرض شود. در شکل ابعاد به میلی‌متر بوده و دال دوطرفه فرض شود.



۱) $۰/۵۵\ M_u$ ۲) $۰/۶۵\ M_u$ ۳) $۰/۳۵\ M_u$ ۴) $۰/۴۵\ M_u$

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

از مقایسهٔ اصلاحی جدول ۹ - ۱۰ - ۳ نمی‌توان استفاده $\varepsilon_t < ۰/۰۰۲ + y \rightarrow$

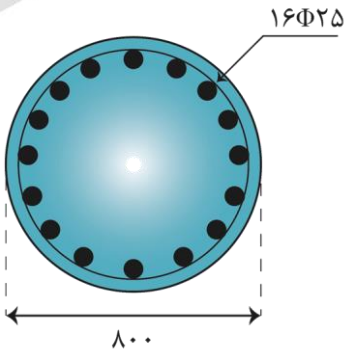
$b_۱ = ۵۰۰ + ۳۰۰ = ۸۰۰\ mm$

$b_۲ = ۹۰۰ + ۳۰۰ = ۱۲۰۰\ mm$

$$\gamma_f = \frac{۱}{۱ + (\frac{۲}{۳})\sqrt{\frac{b_۱}{b_۲}}} = ۰/۶۴۷ \Rightarrow \qquad = (۱ - \delta f) M_u = ۰/۳۵۳ M_u$$

گزینهٔ «۳»

۳۰- برای طراحی یک شالوه مطابق شکل زیر از شمع‌های درجاریز بدون غلاف با تنگ بسته استفاده شده است. در طراحی به روش طرح مقاومت، براساس کنترل شمع در برابر نیروی محوری فشاری بدون در نظر گرفتن لنگر، حداکثر نیروی محوری ضریب‌دار (P_u) قابل تحمل توسط شمع به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ شرایط خاک خوب و سیستم اجرایی با کیفیت خوب فرض شود. در شکل ابعاد به میلی‌متر است. $f_y = ۴۰۰\ MPa, f'_c = ۳۰ MPa$



۱) ۱۲۶۰۰ kN ۲) ۱۱۳۵۰ kN ۳) ۶۹۳۰ kN ۴) ۱۴۱۸۰ kN

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

$$P_{u-max} = ۰/۵۵ \times ۰/۸ \times (۰/۸۵ \times \underbrace{f'_C}_{۳۰} (\overbrace{A_y}^{\frac{\pi \times ۸۰۰^۲}{۴}} - \underbrace{A_S}_{\frac{۱۶ \times ۲۵^۲}{۴}} + A = \underbrace{f_y}_{۴۰۰}) \approx ۶۹۳۰ \text{ kN}$$

گزینهٔ «۳»

۳۱- در یک تیر بتنی مربوط به یک قاب خمشی معمولی در ناحیهٔ کششی و در محل قطع آرماتورهای تحت کشش ناشی از خمش، نیروی برشی مقاوم مقطع در محل قطع آرماتور به اندازهٔ ۲۰ درصد بیش از نیروی برشی نهایی موجود در مقطع است. برای آن‌که در ناحیهٔ کششی قطع آرماتورهای کششی مجاز باشد، علاوه بر تأمین آرماتورهای عرضی اضافی (به صورت خاموت یا دورگیر) در انتهای میلگردهای قطع شده در نایهٔ به طول حداقل d ۰/۷۵ در امتداد طول عضو حداکثر فاصلهٔ میلگردهای عرضی از یکدیگر در این ناحیه مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟ فرض نمائید میزان آرماتورهای قطع شده در ناحیهٔ کششی ۳۷/۵ درصد کل آرماتورهای کششی بوده و در ناحیهٔ مورد نظر $V_x < ۰/۳۳\sqrt{f'_C} h_w d$ است. همچنین فرض کنید به لحاظ محاسباتی فاصلهٔ خاموت‌ها در ناحیهٔ مورد نظر بی از ۰/۲ است.

۱) $\min(\frac{d}{۴}, ۳۰۰ \text{ mm})$

۲) $\min(\frac{d}{۲}, ۳۰۰ \text{ mm})$

۳) $\min(\frac{d}{۲}, ۶۰۰ \text{ mm})$

۴) $\min(\frac{d}{۴}, ۶۰۰ \text{ mm})$

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

$$V_s < ۰/۳۳\sqrt{f'_C} b_{wd} \Rightarrow S \le \min\{\frac{d}{۲}, ۶۰۰\}$$

بند ۹- ۱۱ - ۶- ۲ - ۵: آرماتورهای تحت کشش ناشی از خمش نباید در ناحیهء کشش قطع شوند مگر در حالتی که

$$Q_{Vn} \le ۱/۳۳ V_u \text{ و } (\frac{A_r}{S}) \ge \frac{۰/۴۱ b_w}{f_{yt}} \text{ ، } S \le \underbrace{\frac{d}{۸B_b}}_{۰/۳۷۵} = \frac{d}{۳}$$

$$\Rightarrow S \le \min\{\frac{d}{۳}, ۶۰۰ \text{ mm}\}$$

گزینهٔ «۴»

۳۲- در خصوص کنترل برش در ناحیهٔ اتصال تیر به ستون قاب‌های خمشی بتنی کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟

۱) مقدار $\varnothing V_u$ قاب‌های خمشی متوسط براساس ضوابط قاب‌های خمشی ویژه تعیین می‌شود.

۲) مقدار V_u قاب‌های خمشی متوسط بر اساس ضوابط قاب‌های خمشی ویژه تعیین می‌شود

۳) مقدار V_u قاب‌های خمشی متوسط براساس ضوابط قاب‌های خمشی معمولی تعیین می‌شود.

۴)

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

مقدار $V.$ قاب خمشی متوسط براساس ضوابط قاب‌های خمشی معمولی تعیین می‌شود.

گزینهٔ «۳»

۳۳- فرض نمائید برای طراحی اعضای یک سازه بتنی استفاده روش خرپایی (بست و بند) الزامی است. در این روش نسبت مقاومت فشاری مؤثر بتن (f_{cr}) در سازه‌های با شکل‌پ ذیری زیاد به مقاومت فشاری مؤثر بتن در سازه‌های با شکل‌پذیری کم مطابق با کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟

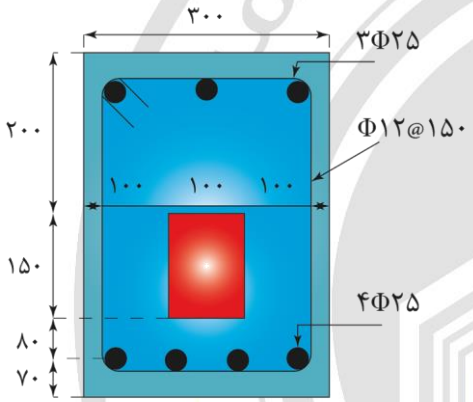
۱) ۰/۸ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۱/۱ ۴) ۰/۷۵

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

مطابق بند ۹ - ب ۳ - ۸ - ۲ - ۱ مقاومت فشاری مؤثر به دست آمده F_{ce} باید در ضریب ۰/۸ ضرب شود.

گزینهٔ «۱»

۳۴- مطابق شکل زیر، در مقطع یک تیر بتنی برای عبور لوله یک حفرهٔ مستطیلی شکل ایجاد شده است. مقاومت خمشی اسمی این مقطع به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ از اثر آرماتورهای ناحیهٔ فشاری (آماتورهای طولی فوقانی) در مقاومت خمشی صرف‌نظر فرمائید. بتن معمولی از ردهٔ C۳۰ و فولاد میلگردها S ۴۰۰ هستند. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



۱) ۲۹۵ kN.m ۲) ۲۷۵ kN.m ۳) ۲۵۰ kN.m ۴) ۳۲۵ kN.m

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

###

$d = ۴۳۰\ mm$

فرض $BC \le ۲۰۰\ mm$

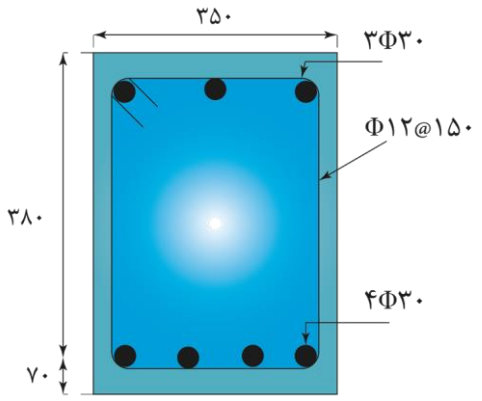
$$\frac{A_s f_y}{\alpha f'_C b_w} = \frac{\frac{۴۰۰ \times ۲۵^۲}{۴} \times ۴۰۰}{۰/۸۵ \times ۳۰ \times ۲۰۰} = ۱۵۴\ mm$$

فرض صحیح است.

$$M_n = A_s f_y (d - \frac{B_C}{T}) = \frac{۴۰۰ \times ۲۵^۲}{۴} \times ۴۰۰ \times (۴۳۰ - \frac{۱۵۴}{۲}) \approx ۲۷۵\ kN.m$$

گزینهٔ «۲»

۳۵- یک تیر بتنی مطابق شکل زیر تحت لنگر خمشی قرار دارد. بدون در نظر گرفتن اثر آرماتورهای ناحیهٔ فشاری (آرماتورهای طولی فوقانی)، کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح می‌باشد؟ بتن معمولی از ردهٔ C۳۰ و فولاد میلگردها S ۴۰۰ می‌باشند. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



۱) $\varepsilon_t < \varepsilon_{ty} - ۰/۰۰۳$ ۲) $\varepsilon_t \le \varepsilon_{ty}$ ۳) $\varepsilon_{ty} < \varepsilon_t < \varepsilon_{ty} + ۰/۰۰۳$ ۴) $\varepsilon_t \ge \varepsilon_{ty} + ۰/۰۰۳$

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

$$B_C = \frac{A_s f_y}{\alpha f'_C b_w} = \frac{۴\pi \times ۳۰^{۳} \times ۴۰۰}{۰/۸۵ \times ۳۰ \times ۳۵۰^{۴}} = ۱۲۶/۷۲ \text{ mm}$$

$$B_C = \frac{۰/۰۰۳}{۰/۰۰۳ + \varepsilon_{y^+}} \overbrace{d}^{۳۸۰} \underbrace{B}_{۰/۸۳۵} = ۱۲۶/۷۲$$

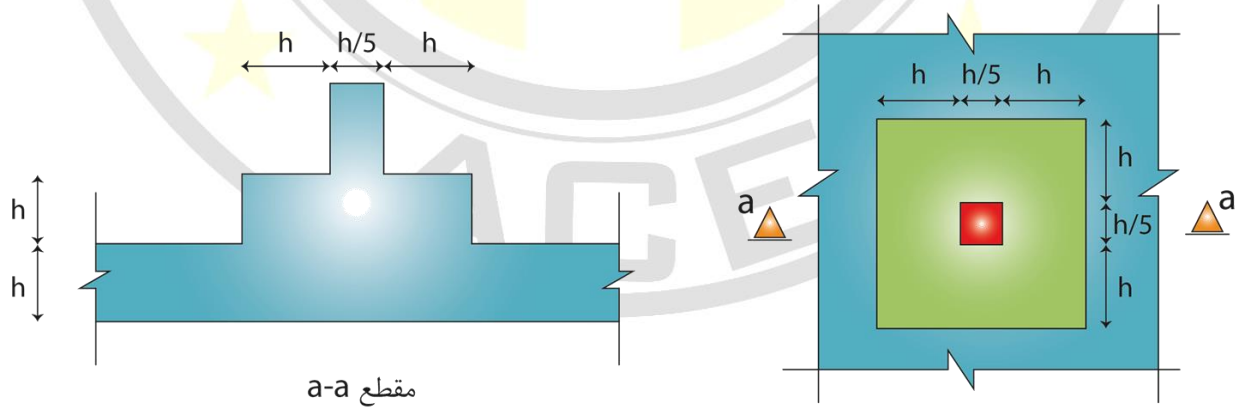
$$\Rightarrow \varepsilon_{y^+} = -۰/۰۰۳ + \frac{۰/۰۰۳ \times ۳۸ \times ۰/۸۳۵}{۱۲۶/۷۲} = ۰/۰۰۴۵$$

$$\varepsilon_+ < \varepsilon_y + ۰/۰۰۳ = ۰/۰۰۵$$

$$\varepsilon_+ > \varepsilon_y = ۰/۰۰۲$$

گزینهٔ «۳»

۳۶- در شالودهٔ پله‌ای شکل زیر اگر در هر مقطعی از شالودهٔ، عمق مؤثر برابر ۰/۹ عمق کلی آن مقطع فرض شود، مساحت مؤثر در تعیین مقاومت برشی اسمی دوطرفهٔ این شالوده به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



۱) $۲۷/۳۶h^۲$ ۲) $۱۱/۱۶h^۲$ ۳) $۷/۲h^۲$ ۴) $۱۴/۴h^۲$

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

$$\underbrace{bod}_{} \Rightarrow ۴(\frac{h}{۵} + ۰/۹ \times ۲h) \times ۰/۹ \times ۲h = ۱۴/۴h^۲$$

$$\underbrace{bod}_{} \Rightarrow ۴(۲/۲h + ۰/۹h) \times ۰/۹ \times h = \underline{\underline{۱۱/۱۶h^۲}}$$

bod کوچک‌تر بحرانی‌تر است.

گزینهٔ «۲»

۳۷- حداکثر مقدار مجاز ضریب اصلاح اندازه برای محاسبهٔ مقاومت برشی دو طرفهٔ تأمین شده توسط بتن در یک دال به ضخامت ۳۰۰ میلی‌متر که تنش برشی اسمی تأمین‌شده توسط آرماتورهای برشی آن برابر $v_s = ۰/۲۹\sqrt{f'_c}$ است، مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟ فرض نمائید الزامات بربوط به جزئیات‌بندی خاموت‌ها به طور کامل تأمین شده است.

۱) ۰/۸۵ ۲) ۰/۹ ۳) ۰/۹۵ ۴) ۱

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

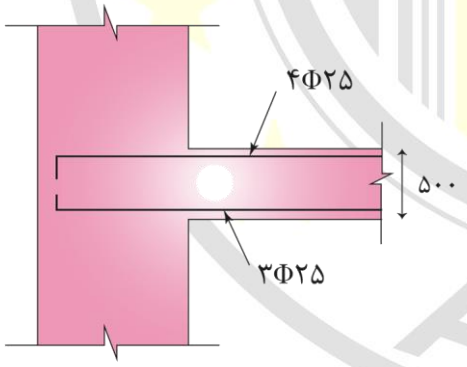
مطابق بند ۹ - ۸ - ۵ - ۳ - ۳

$$\frac{A_r f_{yt}}{bo\, S} = ۰/۲۹\sqrt{f'_C} \Rightarrow \frac{A_r}{S} = \frac{۰/۲۹\sqrt{f'_C}\, b_.}{f_{yt}} \geq ۰/۱۷\sqrt{f'_C}\,\frac{b_.}{f_{yt}}$$

بنابراین λ_S می‌تواند ۱ در نظر گرفته شود.

گزینهٔ «۴»

۳۸- در شکل زیر نسبت $\frac{V_u}{\Phi V_u}$ در ناحیهٔ اتصال تیر به ستون در قاب خمشی متوسط به نسبت $\frac{V_u}{\Phi V_u}$ در اتصال تیر به ستون در قاب خمشی ویژه چه مقدار است؟ در هر دو حالت از آثار نیروی برشی ستون صرف‌نظر شود. ابعاد تیر برابر $۵۰۰ \times ۵۰۰\ mm$ و ابعاد ستون برابر $۷۰۰ \times ۷۰۰\ mm$ فرض شود. در شکل ابعاد به میلی‌متر است. $f_y = ۴۰۰\ MPa, f'_c = ۳۰ MPa$



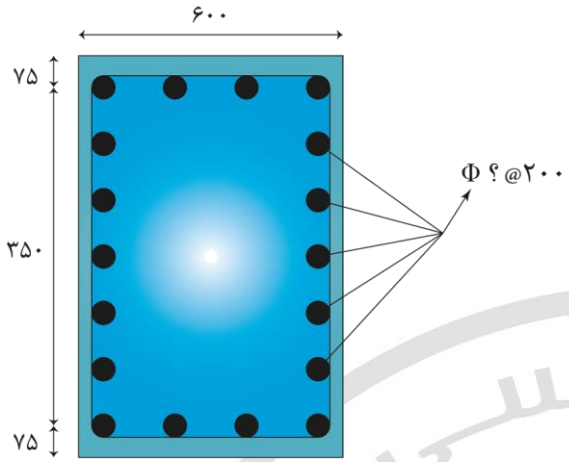
۱) ۱/۲۵ ۲) ۰/۹ ۳) ۱/۱ ۴) ۰/۸

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

$$\frac{(\frac{V_u}{QV_u})}{(\frac{V_.}{QV_u})} = \frac{\frac{A_s f_y}{۰/۷۵V_n}}{\frac{۱/۲۵A_s f_y}{۰/۸۵A_S.f_y}} = ۰/۹$$

گزینهٔ «۲»

۳۹- حداقل قطر مورد نیاز آرماتور برشی توزیع شده در راستای موازی با محو طولی تیر عمیق شکل زیر مطابق با کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



۱) Φ۱۰ ۲) Φ۱۲ ۳) Φ۱۴ ۴) Φ۱۶

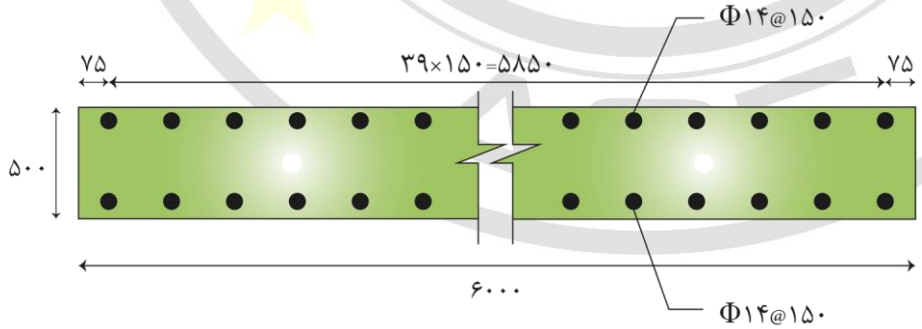
مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

###

$$\frac{A_{rh}}{S_2} \geq ۰/۰۰۲۵\, b_w = ۱/۵ \Rightarrow \frac{۲\pi \times ۱۴^۲}{۴ \times ۲۰۰} = ۱/۵۴$$

گزینهٔ «۳»

۴۰- مقطع عمومی یک دیوار برشی با شکل‌پذیری زیاد به ارتفاع ۱۶/۵ متر کمه از پایین سازه تا بالای دیوار به طور مؤثر ادامه دارد در شکل زیر نشان داده شده است. این دیوار به‌گونه‌ای طراحی شده است که در آن یک مقطع بحرانی برای خمش و بارهای محوری وجود دارد و در این مقطع بحرانی نسبت مقاومت مورد نیاز ناشی از اندر کنش لنگر خمشی و نیروی محوری به مقاومت طراحی نظیر آن برابر ۰/۹۵ است. فقط با این اطلاعات، در مقطع بحرانی این دیوار، حداقل چه مقدار میلگرد طولی دیگر باید به میلگردهای موجود در مقطع عمومی اضافه شود؟ ابعاد روی شکل به میلی‌متر است. نزدیک‌ترین گزینه به پاسخ را انتخاب نمائید. $\mathbf{f'_c = ۳۰MPa, f_y = ۴۰۰MPa}$



۱) $۳۱۰۰\ mm^۲$ ۲) $۱۳۰۰\ mm^۲$ ۳) صفر ۴) $۲۵۰۰\ mm^۲$

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

در دیوارهایی که در آن‌ها $\frac{h_w}{\ell_w} \geq ۲$ است باید در $۰/۱۵\ell_w$ از هر دو انتهای دیوار $\frac{۰/۵\sqrt{f'}}{f_y}$ درصد آرماتور طولی قرار دارد.

$$\frac{h_w}{\ell_w}=\frac{۱۶۵۰۰}{۶۰۰۰}=۲/۷۵\rightarrow \frac{۰/۵\sqrt{f'_C}}{f_y}\times ۰/۱۵\times \underbrace{\ell_w}_{۶۰۰}\times \underbrace{h}_{۵۰۰}=۳۰۸۱\,mm^۲$$

$f_y \downarrow ۴۰۰$

$۰/۱۵\ell_w=\underline{۹۰۰\,mm}\rightarrow$ ۱۲ آرماتور

$(۳۰۸۱-\frac{۱۲\times\pi ۱۴^۲}{۴})۲=۲۴۶۷/۴۸\,mm^۲$ کل آرماتوری که به گوشه‌ها باید اضافه شود.

گزینه «۴»

۴۱- حداقل مقدار آرماتور عرضی ویژهٔ لازم در ناحیهٔ بحرانی برای دورپیچ‌ها یا دورگیرهای دایروی ستون به قطر ۱۵۰۰ میلی‌متر هرگاه $P_u=۲۰۰۰۰\,kN$ بشد. به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ پوشش آرماتور عرضی را ۵۰ میلی‌متر فرض کنید. $f'_c=۳۰MPa, f_{yt}=۴۰۰MPa$

۱) $\Phi ۱۸@۸۰\,mm$ ۲) $\Phi ۲۰@۸۰\,mm$ ۳) $\Phi ۲۰@۱۰۰\,mm$ ۴) $\Phi ۱۶@۷۵\,mm$

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

$D=۱۵۰۰\,mm^۲$

$P_u=۲۰۰۰۰\,kN \quad ۰/۳A_y f'_C=۱۵۹۰۴/۳۱۲\,kN$ ($f'_C \uparrow ۳۰$)

$=۵۰\,mm \quad \frac{\pi\times ۱۵۰۰^۲}{۴}\downarrow$

$$P_u>۰/۳A_y f'_C\rightarrow \frac{\pi d_s^۲}{D_C S}=P_S\geq \max\begin{cases}۰/۴۵(\frac{A_y}{A_{ch}}-۱)\frac{f'_C}{f_{yt}}=۰/۰۰۵\\ ۰/۱۲\frac{f'_C}{f_{yt}}=۰/۰۰۹\\ ۰/۳۵k_f\frac{P_u}{f_{yt}+A_{ch}}=۰/۰۱۳۳\end{cases}$$

$k_f=\frac{f'_C}{۱۷۵}+۰/۶\geq ۱\Rightarrow k_f=۱$ ($f'_C \uparrow ۳۰$)

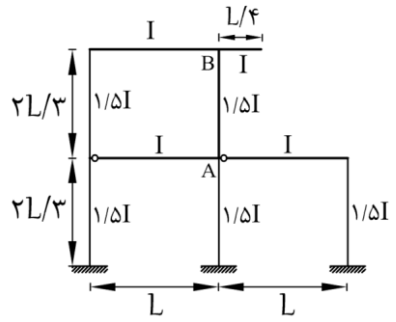
$A_{ch}=\frac{\pi(۱۵۰۰-۱۰۰)^۲}{۴}=۱۵۳۹۳۸۰/۴\,mm^۲$

$S\leq \min\{۶d_b, \frac{c_۱}{۴}, s'\}$

$$\Rightarrow \frac{d_S^۲}{S}\geq ۰/۰۱۱۳\times\frac{۱۴۰۰}{\pi}=۵/۰۳\rightarrow \frac{۲۰^۲}{۸۰}\approx ۵$$

گزینهٔ «۴»

۴۲- در قاب فولادی شکل زیر، براساس روش طول مؤثر مقدار ضریب طول مؤثر (k) ستون AB برای کمانش در صفحهٔ قاب به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



۱) ۱/۴۰ ۲) ۱/۸۹ ۳) ۲/۱۳ ۴) ۱/۶۷

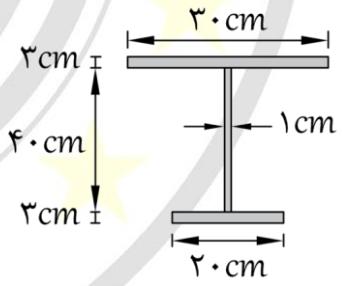
$$G_A=\frac{\frac{۱/۵EI\times۳}{۲L}}{۰/۵\frac{EI}{L}}=۹ \qquad G_B=\frac{۱/۵EI\times۳}{۲L}=۲/۲۵$$

$$\Rightarrow k=\sqrt{\frac{۱/۶\times۹\times۲/۲۵+۴(۹+۲/۲۵)+۷/۵}{۹+۲/۲۵+۷/۵}}\approx ۲/۱۳$$

گزینه «۳»

۴۳- لنگر پلاستیک مقطع نشان داده شده در شکل زیر مطابق کدام‌یک از گزینه‌یها زیر است؟ در شکل ابتعد به میلری‌متر است.

$$F_y=۳۶۰\,MPa$$



۱) ۱۱۲۲ kN.m ۲) ۱۲۲۴ kN.m ۳) ۸۱۶ kN.m ۴) ۱۵۳۷ kN.m

###

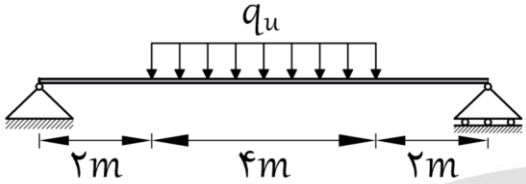
$$۳۰\times۳+x\times۱=(۶۰-x)+۲۰\times۳\Rightarrow x=۵\,cm$$

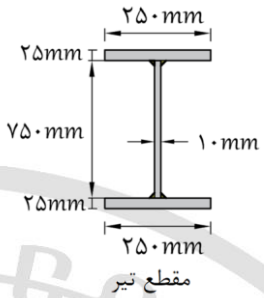
$$Z=۳۰\times۳\times۶/۵+۵\times۱\times۲/۵+۳۵\times۱\times۱۷/۵+۲۰\times۳\times۳۶/۵$$

$$\Rightarrow x=۳۶۰۰\,cm^۳,\ M_P=۳۴۰۰\times۳۶۰۰\times۱۰^{-۴}=۱۲۲۴\,kN.m$$

گزینهٔ «۲»

۴۴- درصورتی که تیر شکل زیر در سرتاسر طول خود از مهار جانبی کافی برخوردار باشد، با استفاده از روش LRFD و براساس فقط کنترل مقاومت خمشی، حداکثر بار گستردهٔ نهایی (q_u) قابل تحمل توسط تیر به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ از وزن واحد طول تیر صرف‌نظر شود و $F_y = ۲۴۰MPa$ است. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.





مقطع تیر

۱) ۲۲۵ kN/m ۲) ۳۲۵ kN/m ۳) ۲۵۰ kN/m ۴) ۳۰۰ kN/m

سازه متفاوت است.

###

ضعف فشرده دارای بار جانبی کافی

$$M_u = q_u \times ۲۰۰ \times ۶۰۰ - q_u \times ۲۰۰ \times ۱۰۰ \Rightarrow M_u = ۶۰۰۰۰\, q_u$$

$$\Rightarrow M_u \le ۰/۹ kt ۶۳۴۵ \times ۲۴۰۰ \Rightarrow ۶۰۰۰۰ q_u \le ۱۳۷۰۵۲۰۰ \Rightarrow q_u \le ۲۲۸/۴\ kg/m = ۲۲۸/۴۲\ kN/m$$

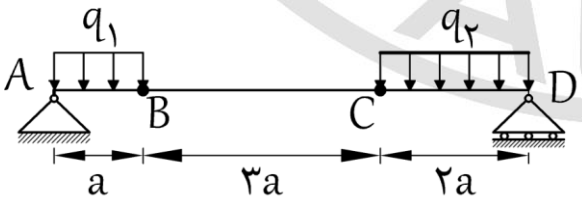
کنترل فشردگی مقطع (بال) $\frac{b}{t} = \frac{۱۲}{۲/۵} = ۴/۸ \le ۰/۳۸\sqrt{\frac{E}{۴۶}} = ۱۱$

$$\frac{h}{t_w} = ۷۵ \le ۳/۷۶\sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$Z = ۲ \times ۲۵ \times ۲/۵ \times ۳۸/۷۵ + ۲ \times ۳۸/۷۵ \times ۱ \times ۱۹/۳۷۵ = ۶۳۴۵\ cm^۳$$

گزینهٔ «۱»

۴۵- در تیر دو سر سادهٔ شکل زیر در نقاط A، B، C و D تیر دارای تکیه‌گاه جانبی است. به ازای چه مقدار $\frac{q_۱}{q_۲}$ ضریب اصلاح کمانش جانبی - پیچشی (C_b) در ناحیهٔ BC برابر یک خواهد بود؟ از وزن واحد طول تیر صرف‌نظر نموده و فرض کنید تیر دارای دو محور تقارن است.



۱) $\sqrt{۲}$ ۲) ۲ ۳) $۲\sqrt{۲}$ ۴) ۴

باید لنگر بین دو نقطهٔ B و C ثابت یا برابر صفر باشد.

###

$$\Sigma M_A = ۰ \rightarrow R_D\left(\frac{q_۱ a^۲}{۲} + ۴۰ q_۲ a^۲\right) \rightarrow R_D = \frac{۹}{۱۲}(q_۱ + ۲۰ q_۲)$$

$\Sigma M_C = ۰ \rightarrow$

###

$$\rightarrow R_D \times ۲۰ - ۲q_۲a^۲ = M_C \rightarrow M_C = \frac{q_۱}{۶}a^۲ + \frac{۱۰q_۲}{۳}a^۲ - ۲q_۲a^۲ \rightarrow M_C = \frac{q_۱}{۶}a^۲ + \frac{۴q_۲}{۳}a^۲$$

$\Sigma M_B = ۰ \rightarrow$

###

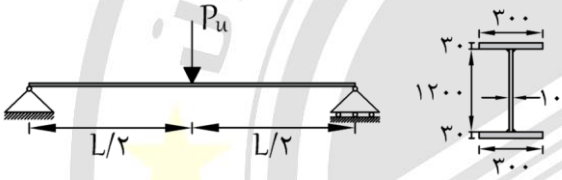
$$\rightarrow R_D \times ۵q - ۸q_۲a^۲ = M_B \rightarrow M_B = \frac{۵q_۱}{۱۲}a^۲ + \frac{۲۵q_۲}{۳}a^۲ - ۸q_۲a^۲ \rightarrow M_B = \frac{۵q_۱}{۱۲}a^۲ + \frac{q_۲}{۳}a^۲$$

$\longrightarrow M_B = M_C$ در ناحیهٔ BC بارگذاری نداریم.

$$(\frac{۵q_۱}{۱۲} + \frac{q_۲}{۳})a^۲ = (\frac{q_۱}{۶} + \frac{۴q_۴}{۳})a^۲ \rightarrow q_۱ = ۴q_۲ \rightarrow \frac{q_۱}{q_۲} = ۴$$

گزینهٔ «۴»

۴۶- فرض کنید مقاومت برشی اسمی تیر شکل زیر در حالتی که در طول آن از سخت‌کننده‌های عرضی استفاده نشود برابر V_u است. برای آن‌که مقاومت برشی اسمی این تیر ۱/۵ برابر شود. حداکثر فاصلهٔ سخت‌کننده های عرضی به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ حل براساس رویکرد بدون در نظر گرفتن عمل میدان کششی مدنظر بوده و $F_y = ۲۴۰\ MPa$ است. فرض کنید فاصلهٔ سخت‌کننده‌های عرضی در طول تیر یکسان است. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



۱) ۱۵۰۰ mm ۲) ۱۲۰۰ mm ۳) ۱۰۰۰ mm ۴) ۸۰۰ mm

براساس رابطهٔ ۱۰ - ۲ - ۶ - ۵ ص ۱۲۶ مقدار $k_{۲V}$ برای حالت بدون سخت‌کننده برابر ۵/۳۴ است.

$$\frac{h}{t_w} = \frac{۱۲۰۰}{۱۰} = ۱۲۰ > ۱/۱\sqrt{\frac{k_V E}{f_y}} = ۱/۱\sqrt{\frac{۵/۳۴ \times ۲ \times ۱۰^۵}{۲۴۰}} = ۷۳/۳$$

بنابراین طبق رابطهٔ ۱۰ - ۲ - ۶ - ۴ داریم:

$$C_V = \frac{۱/۱}{\frac{h}{t_w}}\sqrt{\frac{k_V E}{f_y}} = \frac{۷۳/۳}{۱۲۰} = ۰/۶۱$$

در حالت بدون سخت‌کننده:

$$V_m = ۰/۶ f_y A_w C_{V_۱}$$

در حالت دوم:

$$V_{n_۲} = ۱/۵ V_{n_۱} \Rightarrow \underbrace{C_{V_۱}}_{\downarrow} = ۱/۵ \underbrace{C_{V_۱}}_{\downarrow} = ۱/۵ \times ۰/۶۱ = ۰/۹۱۷$$

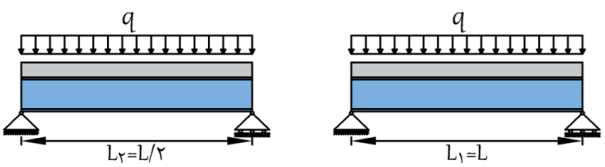
$$\Rightarrow \frac{۱/۱}{۱۲۰}\sqrt{\frac{k_V \times ۲ \times ۱۰^۵}{۲۴۰}} = ۰/۹۱۷ \Rightarrow k_V = ۱۲$$

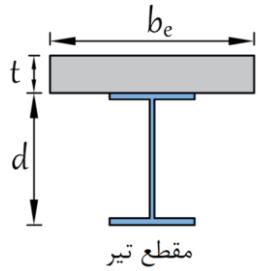
$$\Rightarrow k_V = ۵ + \frac{۵}{(\frac{a}{h})^۲} = ۱۲ \Rightarrow \frac{a}{h} = ۰/۸۴۵ \Rightarrow a = ۱۰۱۴\ mm$$

گزینهٔ «۳»

۴۷- فرض کنید تیر مختلط نشان داده شده در حالت اول دارای عملکرد مختلط کامل است. اگر طول این تیر نصف شود (حالت دوم) و همچنان تیر دارای عملکرد مختلط کامل باشد و پهنای مؤثر تغیی نکند، تعداد کل گل‌میخ‌های مورد نیاز در حالت دوم نسبت به حالت اول

چه مقدار تغییر می‌کند؟ در هر دو حالت مشخصات مقطع فولادی، ضخامت دال بتنی، مشخصات گل‌میخ و مقدار بار گستردهٔ یکنواخت یکسان فرض شود.





۱) $\frac{۱}{۴}$ برابر می‌شود. ۲) تغییر نمی‌کند. ۳) نصف می‌شود. ۴) دو برابر می‌شود.

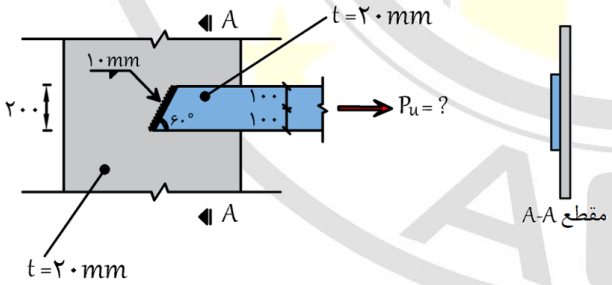
دو تیر دو سر مفصل بوده و تحت لنگر مثبت قرار دارند بنابراین طبق روابط ۱۰ - ۲ - ۸ - ۲۰ و ۱۰ - ۲ - ۸ - ۲۱ مبحث دهم داریم:

$$V_h = \min\begin{cases} f_y A_s \\ ۰/۸۵ f'_C A_C \end{cases}$$

در حالت دوم A_C تغییر نمی‌کند. همچنین A_S نیز ثابت است. بنابراین نیاز برش برای گل‌میخ‌ها ثابت است و گزینهٔ (۲) صحیح است.

گزینهٔ «۲»

۴۸- فقط براساس کنترل مقاومت جوش، حداکثر مقدار قابل قبول P_u به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ بزرگ‌ترین مقدار قابل قبول ممکن مدنظر بوده و $F_{uc} = ۴۲۰\ MPa$ است. در شکل ابعاد به میلی‌متر است. فولاد مصرفی از نوع St ۳۷ با $F_y = ۲۴۰\ MPa$ فرض شود.



۱) ۳۰۹ kN ۲) ۴۱۰ kN ۳) ۴۷۷ kN ۴) ۴۳۳ kN

$$L_w = \frac{۲۰}{\sin ۶۰^\circ} = ۲۳/۰۹\ cm$$

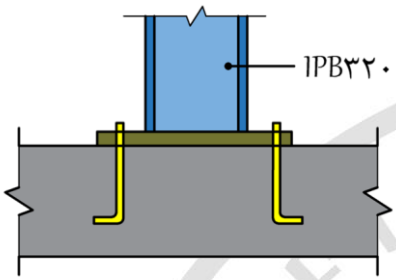
$$R_u = f_{nw} \times L_V$$

$$f_{nw} = ۰/۶ \times ۴۲۰ \times (۱ + ۰/۵ \sin ۶۰^{۱/۵}) = ۳۵۳/۵\ kJ/cm^۲$$

$$R_n = ۳۵۳۳۵ \times ۲۳/۰۹ \times ۰/۷۰۷ \times ۱ \times ۱۰^{-۲} \times \underbrace{۰/۷۵}_{\varnothing} = ۴۳۳\ kN$$

گزینهٔ «۴»

۴۹- در شکل زیر اتصال خمشی (گیردار) ستون به شالوده در یک قاب خمشی ویژه نشان داده شده است. لنگر ناشی از حالت بارگذاری مرده برابر $M_D = ۱۰۰\,kN.m$، لنگر ناشی از حالت بارگذاری زنده برابر $M_L = ۵۰\,kN.m$ و لنگر ناشی از حالت بارگذاری زلزله برابر $M_E = ۱۵۰\,kN.m$ به‌دست آمده است. مقاومت خمشی مورد نیاز کف ستون به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید لنگر ناشی از بار زنده چه در مقدار و چه در ضریب بار غیرقابل کاهش بوده و $F_y = ۲۴۰\,MPa$ است. محاسبات به روش LRFD مدنظر بوده و مقاومت خمشی مورد نیاز کف ستون در امتداد محور قوی ستون مدنظر است.



۱) ۶۲۰ kN.m　　۲) ۶۸۰ kN.m　　۳) ۶۵۰ kN.m　　۴) ۵۱۶ kN.m

$$\begin{cases} M_D = ۱۰۰\ kN.m \\ M_L = ۵۰\ kN.m \\ M_E = ۱۵۰\ kN.m \end{cases} \quad M_H = \min\{۱/۱R_y f_y Z \times ۱^M \quad \}$$

$$۱/۱\times ۱/۲ kt ۲۴۰۰ \times ۲۱۴۹ \times ۱۰^{-۴} = -۶۸۰/۸\,kN.m, \Omega = ۳/۰$$

$$M \quad = ۱/۲Kt ۱۰۰ + ۵۰ + ۳\times ۱۵۰ = ۶۲۰\ kN.m$$

$$\Rightarrow \min\{۶۲۰, ۶۸۰/۸\}$$

۵۰- مطابق شکل زیر در یک قاب خمشی معمولی برای اتصال گیردار نیز به ستون از اتصال مستقیم تقویت‌نشدهٔ جوشی (WUF – W) استفاده شده است. اگر مقدار بار گستردهٔ یکنواخت ناشی از حالت بارگذاری مرده برابر $q_u = ۴۰\,kN/m$ و مقدار بار گسترهٔ یکنواخت ناشی از حالت بارگذاری زنده برابر $q_L = ۲۰\,kN/m$ باشد و مقطع سر IPF ۴۰۰ باشد. در طراحی به روش LRFD مقاومت برشی مورد نیاز تیر به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید بار زنده چه در مقدار و چه در ضریب بار غیر قابل کاهش بوده و $F_y = ۲۴۰\,MPa$

###

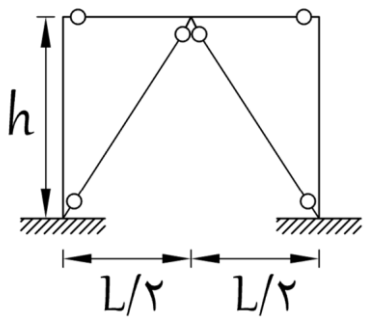
۱) ۲۱۰ kN.m　　۲) ۳۳۶ kN.m　　۳) ۱۶۶ kN.m　　۴) ۳۸۰ kN.m

ثابت تهی مولی و احتمال $W_{af} = w$　　$۱/۲q_D \neq q_L = ۶۸\,kN/m$

$$IPE۴۰۰ \rightarrow M_r = ۱/۱\times ۱/۲\times ۱۳۰ q \times ۲۴۰ \times ۱۰^{-۴} = ۴۱۴\,kN/m$$

$$V_۲ = \frac{۲mr}{L} + \frac{۲mL}{۲} = \frac{۲\times ۴۱۴}{۳} + \frac{۶۸\times ۵}{۲} = ۲۲۳۵/۶\,kN$$

۵۱- در قاب مهاربندی شده همگرای ویژهٔ شکل زیر اگر مقطع اعضای مهاربندی از نوع قوطی شکل نوردشده بوده و در آن‌ها $F_{cr} = ۰/۷۵F_y$ باشد، مقدار F_{cre} اعضای مهاربندی به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

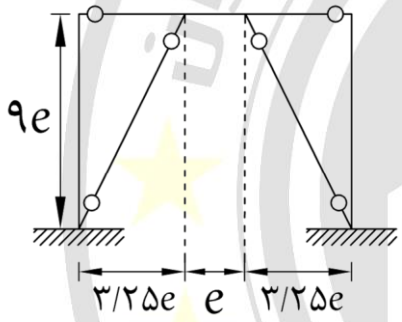


۱) $۰/۸۱\,F_y$ ۲) $۰/۷۵\,F_y$ ۳) $۰/۸۷\,F_y$ ۴) $۰/۹۴\,F_y$

برای مقاطع شکل $R_y = ۱/۴۴$

$$F_{cre} = R_y f_{er} = ۱/۲۵ \times ۰/۷۵ f_y \square ۰/۹۴ f_y$$
$$\downarrow$$
$$R_y f_y$$

۵۲- در قاب مهاربندی شدهٔ واگرای شکل زیر $e = ۲/۱ \frac{M_۴}{V_۴}$ است، حداکثر تغییر مکان جانبی الاستیک طبقه ناشی از زلزلهٔ طرح ($\Delta_۴$) برای آن‌که دوران پلاستیک تیر پیوند قابل‌قبول باشد، به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟

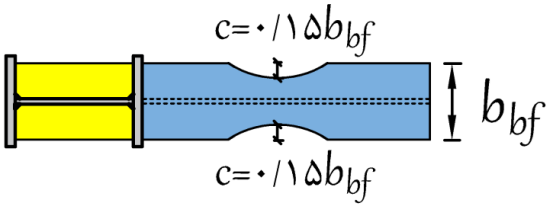


۱) ۰/۰۵ e ۲) ۰/۰۲۵ e ۳) ۰/۱۵ e ۴) ۰/۰۲۰ e

$$\gamma_{max} = ۰/۱۷۶ - ۰/۰۶ \times ۲/۱ = ۰/۰۵ \text{ rad}$$
$$\gamma_P = \gamma_{max} = \frac{L}{eh} \times \Delta_P \Rightarrow ۰/۰۵ = \frac{e + ۲ \times ۳/۱۵e}{e \times ۱C} \Delta_P \Rightarrow \Delta_P = ۰/۰۶\,e$$
$$\Delta = C_d \times \Delta_e = ۴\Delta_e$$
$$\Delta = \Delta_e \times \Delta_P \rightarrow ۴\Delta_e = \Delta_e + \Delta_P$$
$$\Rightarrow ۳\Delta_e = \Delta_P \rightarrow \Delta_e = \frac{\Delta_P}{۳} = \frac{۰/۰۶e}{۳} = ۰/۰۲\,e$$

گزینهٔ «۴»

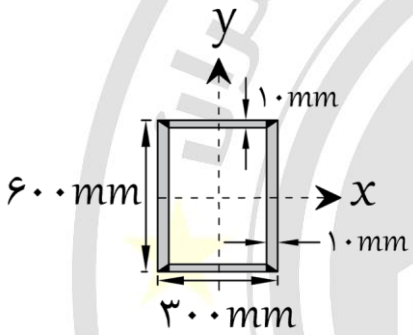
۵۳- در یک قاب خمشی فولادی ویژه برای اتصال تیرها به ستون‌ها از اتصال گیردار RBS استفاده شده است. اگر در مدل‌سازی این قاب ناحیهٔ کاهش‌یافته مدل نشده باشد و مقدار $c = ۰/۱۵\,bar$ باشد. در یان صورت تغییر مکان جانبی نسبی طبقات که از تحلیل قاب به دست آمده است باید حداقل چند درصد افزایش یابد؟



۱) ۶ ۲) ۶/۶ ۳) ۳/۳۳ ۴) ۱۰

$$\alpha=\frac{۰/۶}{b_{h_f}}=\frac{۰/۰۴\times۰/۱۵b_f}{b_{h_f}}+۱=۱/۰۶$$

۵۴- مقطع جعبه‌ای ساخته‌شدهٔ شکل زیر تحت نیروی محوری فشاری قرار دارد. فرض کنید یان ستون غیرباربر لرزه‌ای بوده و صرفاً تحت بارهای ثقلی قرار دارد. ضرایب طول مؤثر این ستون برابر $K_x=K_y=۱/۰$ و طول ستون برابر ۶/۰ متر است. مقاومت فشاری اسمی مقطع برحسب کیلونیوتن به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ ضخامت جچدارهٔ مقطع ۱۰ میلی‌متر، فولاد از نوع S۲۳۵ و محاسبات به روش LRFD مورد نظر است. در شکل ابعاد به میلی‌متر است؟



۱) ۳۰۱۷ ۲) ۳۳۵۲ ۳) ۳۷۱۰ ۴) ۴۱۳۶

$\frac{۳۰-۱}{۱}=۸\le۴۰/۸\rightarrow\frac{۶۰-۸\times۱}{۱}=۸\le۱/۴۰\sqrt{\frac{۲\times۱۰^۶}{۲۳۵۰}}.۴۰/۸$ کنترل فشردگی مقطع

چون مقطع ؟؟؟؟ کمانش موضعی و کمانش خمشی باید بررسی شوند. $E_{cr}=?$

$$\lambda\frac{k_L}{r_{min}}=\frac{۱\times۶۰۰}{۱۲/۸}=۴۶/۹\le\lambda_C=۴/۷۱\times\sqrt{\frac{۴\times۱۰^۶}{۲۳۵۰}}=۱۳۷/۲\rightarrow۶_{cr}=۲۰۱۳kg/cm^۲$$

$$\gamma_{min}=\quad I_{min(r)}=\frac{۶۰\times۳۰^۳}{۱۲}-\frac{۱۸\times۱۸^۳}{۱۲}=۲۸۸۹۹\,cm^۲\,,A=۶۰\times۳۰-۵۸\times۲۸=۱۷۶\,cm^۲$$

$$r_{min}=\sqrt{\frac{۲۸۸۹۹}{۱۷۶}}=۱۲/۸\,cm$$

$$\lambda_r=۲۰/۸\quad و\quad ۵۸\not\le\lambda_r\sqrt{\frac{۲۳۵۰}{۲۱۰۳}}=۴۳$$

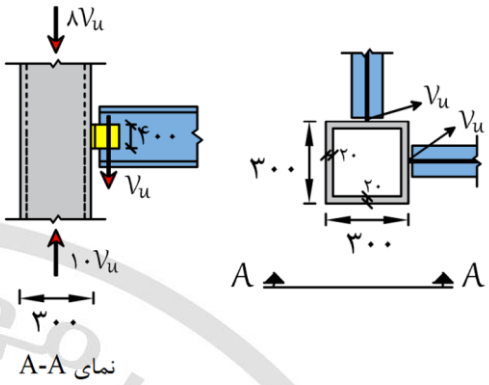
$$\lambda>\lambda_r\sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}}\rightarrow b_e=b(۱-C_۱\sqrt{\frac{f_{ef}}{f_{cr}}})\sqrt{\frac{f_{ef}}{f_{cr}}}$$

$$b_e=۶۰(۱-۰/۲\times\sqrt{\frac{۲۲۱۷}{۲۱۰۳}})\sqrt{\frac{۲۲۱۷}{۲۱۰۳}}=۷۸\,qr\rightarrow(۶۰-۴۸qr)=۱۱/۰۶$$

$$A_{cr}=A_g-۱۱/۰۶\times۲\times۱=۱۷۶-۲۰/۸۶=۱۵۳/۸۸\,cm^۲$$

$$P_n=۱۰۳\times۱۵۵/۱۶\times۱۰^{-۲}=۳۲۶۲/۶\,kN\rightarrow۳۲۳۶\,kN$$

۵۵- در ستون زیر، یک ستون با مقطع مختلط پُر شده با بتن نشان داده شده است. اگر برای تأمین مقاومت برش طولی مورد نیاز از مکانیزم چسبندگی بین بتن و فولاد استفاده شود. براساس فقط این معیار، در طراحی به روش LRFD حداکثر مقدار V_u به کدام‌یک از گزینه‌هیا زیر نزدیک‌تر است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر است. اتصال تیرها به ستون مفصلی هستند. $F_y = ۲۴۰\,MPa, f'_c = ۲۵\,MPa$



۱) ۹۲۰kN ۲) ۱۸۴kN ۳) ۱۸۴۰kN ۴) ۲۳۰kN

براسا رابطهٔ ۱۰ - ۲ - ۸ - ۳۰ با توجه به آن‌که نیروی برش تیر مستقیم به مقطع فولادی وارد می‌شود:

$$V_۲ = P_۲(۱ - \frac{f_y A_s}{P_{ne}})$$

طبق جدول ۱۰ - ۲- ۸ - ۱:

$\frac{۳۰۰ - ۲\times ۲۰}{۲۰} = ۱۳ < ۲/۲۶\sqrt{\frac{E}{f_y}} = ۶۵$ مقطع فشرده است.

بنابراین طبق بند ۱۰ - ۲ - ۸ - ۲ - ۲ برای مقاطع پرشده با بتن داریم:

$$P_{no} = P_p$$

$$P_p = f_y A_s + C_۲ f'_C (A_C + A_{sr}\frac{E_s}{E_C})$$

$$A = ۲۴۰(۳۰۰^۲ - ۲۶۰^۲) + ۰/۸۵\times ۲۵(۲۶۰)^۲ = ۶۸۱۲۵۰۰\ N$$

$$\Rightarrow V'_۲ = ۱۰V_u(۱ - \frac{۲۴۰(۳۰۰^۲ - ۲۶۰^۲)}{۶۸۱۲۵۰۰}) = ۲/۱V_u$$

طبق رابطه ۱۰ - ۲ - ۸ - ۳۳ داریم:

$$L_{in} = ۴۰۰ + ۲\times ۲\times ۳۰۰ = ۱۶۰۰\ mm$$

$$F_{in} = ۲۱۰۰\frac{t}{H^۲} = \frac{۲۱۰۰\times ۲۰}{۳۰۰^۲} = ۰/۴۶۶ < ۰/۷$$

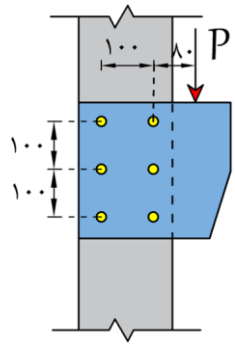
$$P_b = ۴\times(۳۰۰ - ۲\times ۲۰) = ۱۰۴۰\ mm$$

$$\Rightarrow \varnothing R_n = ۰/۵\times ۱۰۴۰\times ۱۶۰۰\times ۰/۴۶۶ = ۳۹۰\ kN$$

$$۲/۱V_u \le ۳۹۰ \Rightarrow V_u \le ۱۸۵\ kN$$

دو تا پاسخ برای ۵۵ وجود داشت تقریباً هم شبیه بودند.

۵۶- در اتصال اتکایی شکل زیر در صورتی که سطح برش خارج ناحیهٔ دندانه شده قرار بگیرد، در طراحی به روش LRFD حداقل قطر مناسب پیچ از نوع A۳۲۵ کدام است؟ ابعاد روی شکل به میلی‌متر بوده و سوراخ‌ها استاندارد هستند. فرض کنید اتصال از یک طرف بوده و پیچ‌ها دارای عملکرد یک برشه هستند (فقط از ورق اتصال استفاده شده است) $P_D = ۵۰kN, P_L = ۷۰kN$



۱) M۱۸ ۲) M۲۲ ۳) M۱۶ ۴) M۲۰

$P_{u_1} = ۱/۴D = ۱/۴ \times ۵۰ = ۷۰\ kN$

$P_{u_2} = ۱/۲D + ۱/۶L = ۱/۲ \times ۵۰ + ۱/۶ \times ۷۰ = \underline{\underline{۱۷۲\ kN}}$ حاکم است

$T_u = ۱۷۲(۵۰ + ۸۰) \times ۱۰^{-۳} = ۲۲/۳۶\ kN.m$

$V_P = \frac{۱۷۲ \times ۱۰^{۳}}{۶ \times A} = \frac{۱۷۲ \times ۱۰^{۳}}{۶ \times \frac{\pi d^{۲}}{۴}} = \frac{۳۶۵۰۰}{d^{۲}}$

$J = \frac{\pi d^{۲}}{۴}(۵۰^{۲} \times ۲ + ۴(۵۰^{۲} + ۱۰۰^{۲})) = ۴۳۱۹۶\, d^{۲}$

$V_{ex} = \frac{T_y}{J} = \frac{۲۲/۳۶ \times ۱۰^{۶} \times ۱۰۰}{۴۳۱۹۶ d^{۲}} = \frac{۵۱۷۶۲}{J^{۲}}$

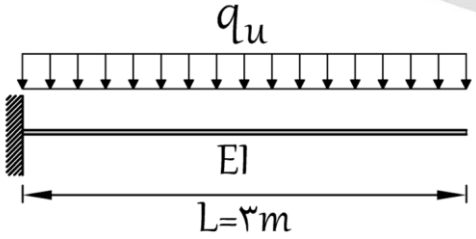
$V_{ey} = \frac{T_x}{J} = \frac{۲۲/۳۶ \times ۱۶ \times ۵۰}{۴۳۱۹۶ g^{۲}} = \frac{۲۵۸۸۱}{J^{۲}} \Rightarrow \sqrt{(\frac{۲۵۸۸۱}{J^{۲}} + \frac{۳۶۵۰۰}{J^{۲}})^{۲} + (\frac{۵۱۷۶۲}{J^{۲}})^{۲}} = \frac{۸۱۰۲۱}{J^{۲}}$

با توجه به جدول ۱۰ - ۲ - ۹ - ۹ برای ظرفیت برش داریم:

$۰/۷۵ \times ۰/۵۵ \times ۸۰۰ \geq \frac{۸۱۰۲۱}{J^{۲}} \Rightarrow d \geq ۱۵/۷ \rightarrow$ مناسبات M۱۶

گزینهٔ «۳»

۵۷- تیر طرهٔ شکل زیر از مقطع IPE۲۴۰ را در نظر بگیرید. اگر طول تیر دو برابر شود، براساس محاسبات دقیق مقاومت خمشی اسمی آن حدوداً چند درصد کاهش می‌یابد؟ تیر به جز تکیه‌گاه مهار جانبی ندارد. $E = ۲ \times ۱۰^{۵}\ MPa, F_y = ۲۴۰\ MPa$



۱) ۵۰ درصد ۲) ۴۰ درصد ۳) ۱۷ درصد ۴) کاهش نمی‌یابد.

مشخصات مقطع IPE ۲۴۰: $\gamma_{rs} = ۳/۱۷\ mc, S_x = ۳۲۴\ cm^{۳}, Z_x = ۳۶۷\ cm^{۳}, L_p = ۱۳۷\ cm, L_r = ۴۹۵\ cm$

$$,J=۱۲/۹\ cm^۴\ ,L_b=۳۰۰\ cm$$

تیر لمره $\rightarrow C_b=۱/۰$

$(L_b=۳۰۰\ cm)$ حالت اول $L_P\le L_b\le L_r$

$$\begin{cases}M_P=۳۶۷\times۲۴۰۰\times۱۰^{-۶}=۸۸/۰۸\ k_r.m\\ ۰/۷S_xf_y=۰/۷\times۲۴۰۰f\times۳۲۴\times۱۰^{-۲}=۵۴/۴۳\ kr.m\end{cases}$$

$$M_{n_۱}=[۸۸/۰۸-)۸۸/۰۸-۵۴/۴۳)(\frac{۳-۱/۳۷}{۴/۴۵-۱/۳۷})]=۷۲/۷۶\ kr.m$$

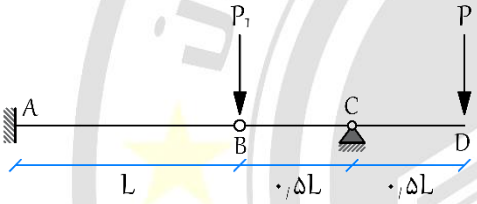
$$L_b=۳۰۰\ cm\rightarrow L_b>L_r$$

$$F_{cr}=\frac{\pi^۲\times۲\times۱۰^۶}{(\frac{۶۰۰}{۳/۱۷})^۲}\times\sqrt{۱+۰/۰۷۸\times\frac{۱۲/۹}{۳۲۴\times۲۳/۰۲}\times(\frac{۶۰۰}{۳/۱۷})^۲}=۱۳۳۰/۷۴\ kg/cm^۲$$

$$M_{n_۲}=۱۳۳۰/۷۴\times۳۲۴\times۱۰^{-۶}=۴۳/۱۱\ kN.m$$

$$\frac{۴۳/۱۱-۷۲/۷۶}{۷۲/۷۶}\times۱۰۰=-۶۰٪$$

۵۸- در تیر شکل زیر اگر از تغییر محوری اعضا صرف‌نظر شود و صلبیت خمشی تمام اعضا یکسان و برابر EI باشد، به ازای چه مقدار $P_۱$ برحسب P، جابه‌جایی قائم نقطهٔ D برابر صفر خواهد بود؟



۱) $\frac{۵}{۴}$ ۲) ۱/۰ ۳) $\frac{۹}{۸}$ ۴) $\frac{۸}{۹}$

جابه‌جایی نقطهٔ D ناشی از ۲ بار P و $P_۱$ با هم برابر می‌باشد $(\Delta_D=۰)$

$$\Delta_{D_۲}=(P_L\times L\times\frac{۱}{۲})\frac{۲۱}{۳}+(\frac{P_L}{۲}\times\frac{L}{۲}\times\frac{۱}{۲})\frac{L}{۳}\times۲$$

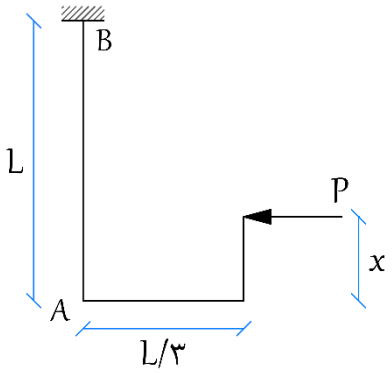
$$\rightarrow\frac{PL^۳}{۳EI}+\frac{PL^۳}{۱۲EI}=\frac{۵PL^۳}{۱۲EI}$$

$$\Delta_{D_۱}=(P_۱L\times L\times\frac{۱}{۲})\times\frac{۲L}{۳}=\frac{-P_۱L^۳}{۳EI}$$

$$\Delta_{D_۱}+\Delta_{D_۲}=۰\rightarrow\frac{P_۱L^۳}{۳EI}=\frac{۵PL^۳}{۱۲EI}\rightarrow P_۱=\frac{۵}{۴}P$$

گزینه«۱»

۵۹- در سازهٔ شکل زیر به ازای چه مقدار برای x جابه‌جایی افقی در وسط عضو AB برابر صفر خواهد بود؟ صلبیت خمشی کلیهٔ اعضا EI بوده و از تغییر طول محوری آن‌ها صرف‌نظر شود.



۱) $\frac{۲}{۳}L$ ۲) $\frac{۵}{۶}L$ ۳) $\frac{۱}{۲}L$ ۴) $\frac{۱}{۳}L$

برای این‌که خیز وسط تیر AB برابر صفر شود، مقدار x باید بزرگ‌تر از $\frac{L}{۲}$ باشد.

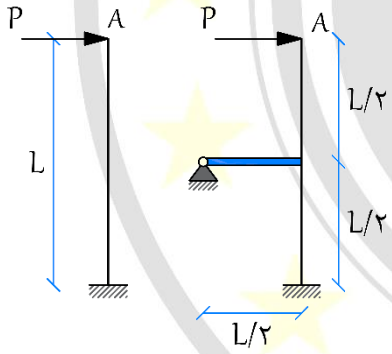
$$\Sigma M_C = ۰ \rightarrow M_C = P(x - \frac{L}{۲})$$

$$\Delta_C = ۰ \frac{P(\frac{L}{۲})^۲}{۳EI} - \frac{(P(x - \frac{L}{۲})(\frac{L}{۲})^۲}{۲EI}$$

$$\rightarrow \frac{L}{۳} = x - \frac{L}{۲} \rightarrow x = \frac{۵L}{۶}$$

گزینه «۲»

۶۰- در شکل زیر، اگر از تغییر طول محوری اعضای قائم صرف‌نظر شود، جابه‌جایی افقی نقطهٔ A در سازهٔ (۱) چند برابر جابه‌جایی افقی نقطهٔ A در سازهٔ (۲) است؟



۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

(۱) $\Delta = \frac{PL^۳}{۳EI}$

(۲) $\Delta = \frac{P(\frac{L}{۲})^۳}{۳EI} = \frac{PL^۳}{۲۴EI}$

(۳) $\Delta = \frac{P(\frac{L}{۲})^۳}{۳EI} = \frac{PL^۳}{۲۴EI}$

در سازه ۲ - ۲، نقطهٔ C امکان جابه‌جایی در راستای افقی را داشته باشد، اما به دلیل صلیب اتصال امکان دوران ندارد. لذا آن را معادل یک نگیه‌گاه گیردار برشی درنظر می‌گیریم.

$$\Delta_{۲} = \Delta_{۲-۱} + \Delta_{۲-۲} = \frac{PL^{۳}}{۱۲EI} \rightarrow \frac{\Delta_{۱}}{\Delta_{۲}} = ۴$$

گزینهٔ «۲»