www.Eshterak.net

بسم تعالی

صفحه فهرست

۱ - تعاریف

۲ - تنش مجاز طراحی ستون

۳ - محاسبه وزن سقف و بام

۵ - محاسبه نیروی جانبی طبقات

۸ - محاسبه نیروهای ناشی از زلزله

۱۲ - تنش خمش مجاز تیر

۱۴ - کفایت مقطع تیر

۱۶ - تیر (ابعاد مقطع براساس برش - کنترل ابعاد مقطع براساس ضوابط خمش - کنترل ابعاد براساس ضوابط برش)

۲۱ - ستون (بار حاکم برطرح)

۲۳ - ستون (محاسبه ابعاد مقطع)

۲۶ - ستون (محاسبه ابعاد مقطع ، راستای محور ۶ مفصلی)

۳۰ - سقف (پانل) (حداکثر بارگسترده - حداکثر خمش)

۳۲ - سقف (حداکثر بار سقف با ضوابط خمش)

۳۵ -

اشتراک دات نت

Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

۱) هم کشیدگی یعنی چه ؟

هم کشیدگی ویژگی مخصوص چوب است به این معنی که وقتی چوب رطوبت خود را از دست میدهد (خشک کردن چوب) یا وقتی رطوبت جذب می‌کند (خیس کردن چوب)، در بعد طول یا ابعاد جانبی دچار تغییرات می‌شود که اگر چوب خشک شود هم کشیدگی منفی و اگر مرطوب شود (خیس) هم کشیدگی مثبت خواهد بود، این ویژگی چوب وقتی با سایر اجزا ترکیب شود ایجاد تنش می‌کند هم چوب و هم سایر مصالح آمیخته با چوب

۲) آمراویان یعنی چه ؟

نرخ تغییرات رطوبت یا رطوبتی را آمراویان گویند

مثلاً اگر زیر قابلمه شمع روشن کنیم تغییرات دمایی از نقطه‌ی کف قابلمه به سمت دیواره‌ها که حرکت می‌کنیم (به سمت بالا) کمتر می‌شود (یا کاهش می‌یابد) این تغییرات حرارتی را آمراویان حرارتی گوییم

۳) سختی چوب یعنی چه؟

مقاومت مصالح چوبی (انواع مختلف چوب) در برابر نیروی فشاری وارده بر چوب را سختی چوب گوییم.

از بالکر یعنین سختی چوب را با ابعاد استاندارد مخصوص روی چوب تراوش دهیم و به آهستگی فرآن نیرو وارد می‌نماییم، مقدار نیرویی که منجر به فرو رفتن یعنی از عمق ۱ سانتی چوب را سختی چوب گوییم.

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

مثال ۱) می‌خواهیم یک ستون با ابعاد $۱۳ \times ۱۳ (cm)$ از چوبی با مقاومت فشاری $F_c = ۱۱۰ \ kg/cm^۲$ طراحی نماییم مطلوبست محاسبه‌ی تنش مجاز طراحی این مقطع؟ (رطوبت ۳۰٪)

رطوبت = ۳۰٪ > ٪۱۹ ⟶ $F_c = ۰.۹۱$

ضخامت ۱۳ سانتی‌متر

صفحه ۱۸۶ کتاب چوب

F_c یعنی تنش مجاز

تنش مجاز طراحی $F_c = ۱۱۰ \times ۰.۹۱ = \boxed{۱۰۰.۱}$

بار دائمی تقریباً وارده $C_D = ۰.۹$ ⟶

صفحه ۱۶۱ کتاب چوب

C_D ضریب تنظیم مقاومت‌های مجاز

تنش مجاز برای بار دائمی $F'_c = F_c \times C_D = ۱۰۰.۱ \times ۰.۹ = \boxed{۹۰.۹}$

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

مثال ۲) مطلوبست محاسبه‌ی وزن هر متر مربع از سقف‌های چوبی؟

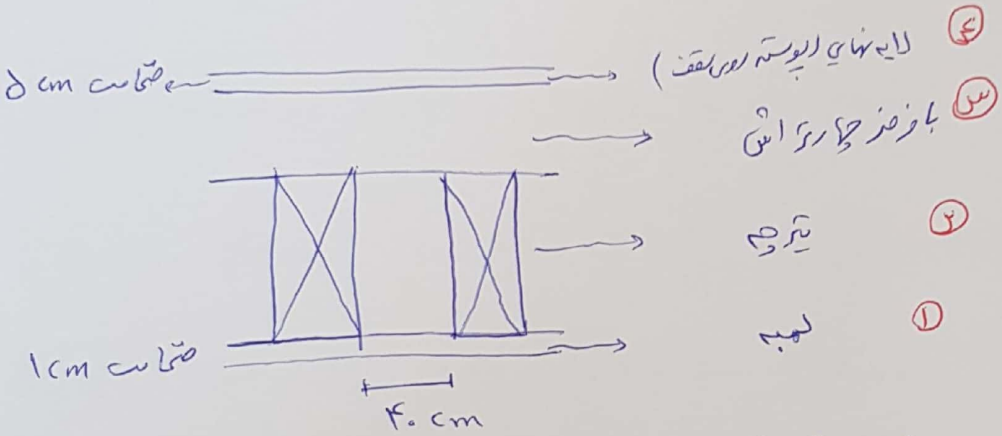
الف) سقف طبقات

ب) سقف بام

$$W_{wood} = 900 (Kg/m^2)$$

حل:

الف) وزن سقف:



ابعاد تیرپوش: ۳ × ۳ (cm) و با فاصله تکرار ۲۰ cm

ابعاد تیرچه: ۵ cm × ۱۰ cm و با فاصله تکرار ۴۰ cm

① وزن تیرپوش با ضخامت ۱ cm = ۰.۰۱ (m) → $(0.01 \times \frac{\text{مترمربع}}{1 \times 1}) \times 900 = 9 (Kg)$

② وزن یک متر مربع تیرچه → $(0.05 \times 0.1 \times \frac{\text{هر متر تیرچه}}{1}) \times \frac{900}{0.4} = 11.25 (Kg)$

به فاصله تکرار تیرچه

③ وزن چهارتراش → $(0.03 \times 0.03 \times \frac{\text{هر متر}}{1}) \times \frac{900}{0.2} = 4.05 (Kg)$

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

④ کابل برق ضخامت 5cm ⟵ هر متر مربع ⟵ $(0.05 \times 1 \times 1) \times 900 = 45$ (kg)

∴ وزن هر متر مربع سقف $= 9 + 11.25 + 41.05 + 45 = 49.3$ (kg)

کنترل: $40\,kg \leq$ وزن کل سقف هر متر مربع $< 110\,kg$

$40(kg) < 49.3(kg) < 110(kg)$ ok ✓

ب) وزن بام:

① سنگ با ضخامت 1cm ⟵ $0.01 \times 1 \times 1 \times 900 = 9$ (kg)

② ترج (5×10 cm) ⟵ $0.05 \times 0.1 \times 1 \times \frac{900}{0.4} = 11.25$ (kg)

③ آجر فشاری (3×2 cm) ⟵ $0.02 \times 0.03 \times 1 \times \frac{900}{0.12} = 4.05$ (kg)

④ چوب با ضخامت 2cm ⟵ $0.02 \times 1 \times 1 \times 900 = 18$ (kg)

⑤ عایق ⟵ 2.5 (kg)

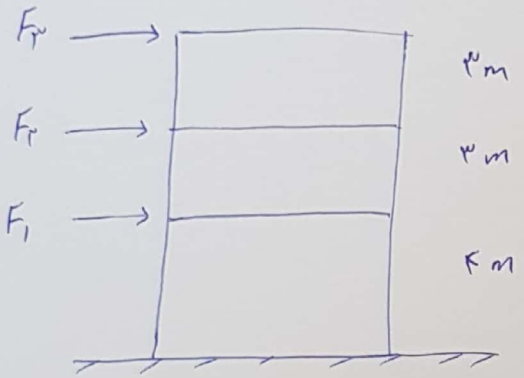
⑥ آسفالت ⟵ 32 kg

وزن کل بام $= 9 + 11.25 + 41.05 + 18 + 2.5 + 32 = 113.8$ (kg)

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

مثال ۴) فریم ساختمانی به صورتی که بار مرده‌ی سقف $500\ kg/m^2$ و بار زنده $200\ kg/m^2$ باشد به فرض اینکه ساختمان مسکونی بوده و در منطقه‌ای با خطر پذیری متوسط قرار داشته باشد، هم چنین خاک از نوع بتن IV باشد و ضریب رفتار سازه‌ای $R = 5/5$ باشد، اگر هر سه طبقه مساحتی معادل $250\ m^2$ را روی این فریم اعمال کرده باشد مطلوبست محاسبه نیروی جانبی هر کدام از طبقات؟



$q_{DL} = 500\ kg/m^2$

$q_{LL} = 200\ kg/m^2$

مساحت طبقات $A = 250\ m^2$

$R = 5/5$

نوع خاک : IV

متوسط : خطر پذیری

صـ ۱۴ ← خطر نسبی متوسط ← $A = 0/25$

صـ ۳۱ ← زمان تناوب اصلی نوسان ← $T = 0/08\ H^{0/75} = 0/08 \times 10^{0/75} = 0/2811$ (sec) ثانیه

$T = 0/2811$

صـ ۱۷ ← IV تپه زمین خطر نسبی متوسط

$T_0 = 0/18$

$T_S = 1$

$S = 2/25$

$S_0 = 1/3$

صـ ۱۴ ←

$T_0 < T < T_S \longrightarrow B_1 = S + 1 = 2/25 + 1 = 3/25$

$0/18 < 0/2811 < 1$

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

مبحث ۱۷ ⟶ $T < T_S$ ⟶ $N = 1$

$0.1281 < 1$

مبحث ۱۶ ⟶ $B = B_1 \times N$ ⟶ $B = 3.125 \times 1 = 3.125$

$B_1 = 3.125$

مبحث ۳۳ ⟶ ساختمان مسکونی، اهمیت متوسط ⟶ $I = 1$

$$C = \frac{A B I}{R} = \frac{0.125 \times 3.125 \times 1}{5.5} = 0.1458$$

(R به صورت سوال داده)

$$C = 0.1458$$

وزن طبقه اول $W_1 =$ مساحت $\times (q_{DL} + 0.2\, q_{LL}) =$

$$W_1 = 250 \times (500 + 0.2(200)) = 135000\ kg$$

$$W_1 = W_2 = W_3 = 135\ (ton) \longrightarrow$$

$$W_T = W_1 + W_2 + W_3 = 405\ (ton)$$

$$W_T = 405\ (ton)$$

برش پایه $V_U = C \cdot W_T = 0.1458 \times 405 = 59.12\ (ton)$

$$V_U = 59.12\ (ton)$$

اشتراک دات نت

Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

۳۹ ←

$T = 0.1281$

$T = 0.1281 < 0.5$ ثانیه (sec) ⟶ $K = 1$

نیروی وارد بر هر طبقه:

$$F_i = \frac{w_i h_i^K}{\sum_{j=1}^{n} w_j h_j^K} \times V_U$$

$$F_1 = \frac{125 \times 4}{(125 \times 4) + (125 \times 7) + (125 \times 10)} * 59.82 = 11.39 \text{ (ton)}$$

$$F_2 = \frac{125 \times 7}{2825} \times 59.82 = 14.94 \text{ (ton)}$$

$$F_3 = \frac{125 \times 10}{2825} \times 59.82 = 28.49 \text{ (ton)}$$

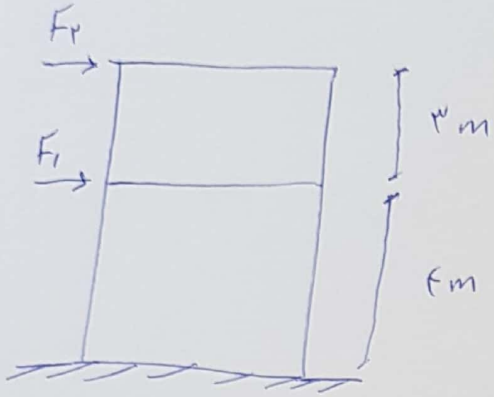
اشتراک دات نت

Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

مثال ۳: مقادیر نیروهای ناشی از زلزله را بدست آورید. بنا در تهران، خاک خیلی متوسط، نوع خاک III

طبقه اول $A_1 = 100\ m^2$ طبقه دوم $A_2 = 80\ m^2$



$q_{DL} = 500\ kg/m^2$ (دردلود، بارمرده)

$q_{LL} = 200\ kg/m^2$ (لایولود - بارزنده)

$$F_i = \frac{W_i h_i^k}{\sum_{j=1}^{n} W_j h_j^k} V_U$$

W_i: وزن طبقه

h_i: ارتفاع از سطح زمین

k: عدد ۱ تا ۲.۵

n: تعداد طبقات

F_i: نیروی وارده بر هر طبقه (توزیع نیروی جانبی زلزله بر ارتفاع ساختمان)

$$V_U = \frac{ABI}{R} \times W_e$$

W_e: وزن مؤثر (کل طبقات)

V_U: برش پایه

$$C = \frac{ABI}{R}$$ ← ضریب زلزله

صفحات مورد نیاز از آئین‌نامه ۲۸۰۰:

- A: نسبت شتاب مبنای طرح — صفحه ۱۴
- B, B_1: ضریب بازتاب ساختمان — صفحه ۱۴
- I: ضریب اهمیت ساختمان — صفحه ۲۳
- R_U (R): ضریب رفتار ساختمان — صفحه ۳۴، ۳۵
- نوع زمین، T_0، T_S، S، γ، N: ضریب اصلاح طیف — صفحه ۱۷
- K: ضریب وابسته به T — صفحه ۳۹
- توصیف نوع خاک (نوع خاک) — صفحه ۱۹
- T: زمان تناوب اصلی نوسان — صفحه ۳۱
- تعیین خطرنسبی زلزله، شتاب مبنا — صفحه ۱۲۹ تا صفحه ۱۷۴

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

وزن طبقه اول $W_1 = \text{مساحت طبقه اول} \times (q_{DL} + 0.2\, q_{LL}) = 100\,(500 + 0.2 \times 200)$

$$W_1 = 64000\,(kg) = 64\,(ton)$$

وزن طبقه دوم $W_2 = 80\,(500 + 0.2 \times 200) = 43200\,(kg) = 43.2\,(ton)$

$$W_2 = 43.2\ (ton)$$

وزن سوله $W_T(W_e) = W_1 + W_2 = 64 + 43.2 = 97.2\ (ton)$

$$\boxed{W_T = 97.2\ (ton)}$$

A — صفحه ۱۴ — تهران خطر زلزله نسبتاً زیاد ← صفحه ۱۴ ← $\boxed{A = 0.35}$

T — صفحه ۳۱ — قاب فولادی ← $T = 0.08\,H^{0.75}$ (H ارتفاع ساختمان)

$T = 0.08\,(V)^{0.75} = 0.125$ sec (ثانیه)

S_0, S, T_0, T_S — صفحه ۱۷ — خطر زلزله خیلی زیاد — نوع زمین III ←

$T_0 = 0.15$

$T_S = 0.7$

$S = 1.75$

$S_0 = 1.1$

B_1 — صفحه ۱۴ —

$T = 0.125 \rightarrow T_0 < T < T_S \quad B_1 = S + 1 = 1.75 + 1 = 2.75$

$T_0 = 0.15$

$T_S = 0.7$

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

N (صفحه ۱۷): $T = 0/125$, $T_S = 0/7$ → $T < T_S$ → $N = 1$

B (صفحه ۱۴): $B = B_1 \times N = 2/758 \times 1 = 2/758$, $B_1 = 2/758$, $N = 1$

I (صفحه ۲۳): ساختمان مسکونی (گروه ۳) اهمیت متوسط → $I = 1$

$R_U(R)$ (صفحه ۲۴): قابض متوسط نیز → $R = 5$

$$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0/35 \times 2/758 \times 1}{5} = 0/1925$$

$C = 0/1925$

$$V_U = C \cdot W_T = 97/2 \times 0/1925 = 18/711 \text{ (ton)}$$

$V_U = 18/711$ (ton)

K (صفحه ۳۹): $T = 0/125$ sec (ثانیه), $T < 0/5$ sec → $K = 1$

اشتراک دات نت

Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

$$F_i = \frac{w_i h_i^k}{\sum_{j=1}^{n} w_j h_j^k} \times V_U$$

h: ارتفاع طبقه از تراز پایه

نیروی وارد بر طبقه اول $F_1 = \frac{۵۴ \times ۴^1}{(۵۴ \times ۴^1) + (۴۳,۲ \times ۷^1)} * ۱۸,۷۱۱ = ۷,۷۹$ (ton)

نیروی وارد بر طبقه دوم $F_2 = \frac{۴۳,۲ \times ۷^1}{(۵۴ \times ۴^1) + (۴۳,۲ \times ۷^1)} * ۱۸,۷۱۱ = ۱۰,۹۱$ (ton)

اشتراک دات نت

Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

ضوابط طراحی در تنش خمشی مجاز

مثال ۵ (مثال ۲-۷ کتاب)

تیر ساده‌ای تحت بار متمرکز در وسط دهانه، فقط در تکیه‌گاه‌های انتها، مانع جانبی دارد.

طول دهانه‌ی آن ۷٫۹m (طول تیر) و اندازه‌ی مقطع تیر ۱۴×۲۴ cm (b عرض، h ارتفاع) و جنس آن داراست مقاومت عضو (تنش حد اکثر خمشی، مدول الاستیسیته)

$F_b = 112\ kg/m^2$ (تنش خمشی مجاز) و $E = 120000\ kg/m^2$ است، بارمدت ۲ ماه حاکم است.

تنش خمشی مجاز تیر را بیابید.

حل:

گام اول: محاسبه L_e (طول مؤثر):

صفحه ۳۳۵ کتاب ← جدول ۷-۱ ← تک دهانه، زیر بار متمرکز وسط دهانه ⟵ $L_e = 1{,}37 L_u + 3h$ (h: ارتقاع مقطع تیر، L_u: طول تیر)

$$L_e = 1{,}37\,(790) + 3\times 24 = 1153\ cm$$

گام دوم: محاسبه نوع لاغری تیر

$$C_s = \sqrt{\frac{L_e \cdot h}{b^2}} = \sqrt{\frac{1153\times 24}{14^2}} = 11{,}7 > 10$$

(h: ارتفاع مقطع تیر، b: عرض مقطع تیر، C_s: ضریب لاغری)

$$C_k = 0{,}811\sqrt{\frac{E}{F_b}} = 0{,}811\sqrt{\frac{120000}{112}} = 26{,}5$$

$$10 < C_s < C_k$$

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

کمانش جانبی تیر عمود هد

① $C_s \leq 10 \longrightarrow$ تیر کوتاه $\longrightarrow F_b = \frac{M_c}{I}$

② $10 < C_s \leq C_k \longrightarrow$ تیر متوسط $\longrightarrow C_k = 0.111\sqrt{\frac{E}{F_b}} \longrightarrow$

تنش خمشی مجاز کمانش

$$F_b'' = F_b\left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{C_s}{C_k}\right)^4\right]$$

③ $C_s > C_k \longrightarrow$ تیر لاغر $\longrightarrow F_b'' = 0.438\left(\frac{E}{C_s^2}\right)$

$$10 < C_s < C_k \xrightarrow[\text{تیر متوسط}]{②} F_b'' = F_b\left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{C_s}{C_k}\right)^4\right]$$

$$F_b'' = 112\left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{11.7}{24.5}\right)^4\right] = 110.4$$

گام سوم: محاسبه تنش مجاز

صفحه 141 کتاب چوب $\longrightarrow C_D = 1.15$ (بار زودگذر حاکم است)

C_D ضریب اثر بار حاکم

$$F_b' = F_b'' \times C_D = 110.4 \times 1.15 = 127$$

$F_b' = 127 \ kg/cm^2$

$F_b = 112 \ kg/cm^2$

$\longrightarrow F_b' > F_b$ ok

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

کفایت مقطع در برش

مثال ۶)

تیر دوسر ساده‌ای تحت اثر بار گسترده یکنواخت به مقدار $100\ kg$ به طول $6\ m$ قرار دارد، در صورتی که سطح مقطع تیر $15 \times 30\ cm$ باشد آیا تنش برشی از مقطع $f'_b = 6\ kg/cm^2$ بیشتر می‌شود؟ (مقطع قابلیت تحمل برش را دارد یا نه؟)

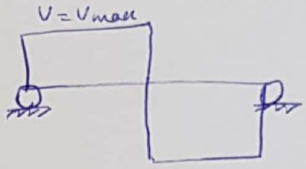
عرض مقطع تیر — ارتفاع مقطع تیر

مطلوب محاسبه‌ی کفایت مقطع؟

برش طراحی

① اگر بار در دوسر تیر در دیاگرام برش به صورت خطی باشد

$V = V_{max}$



② اگر تیر به صورت دوسر ساده با بار یکنواخت باشد

$$V = \frac{w(L-2h)}{2}$$

(w: بار گسترده یکنواخت، L: طول تیر، h: ارتفاع مقطع تیر)

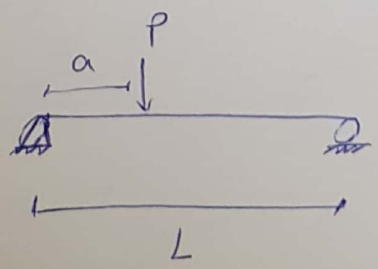
(در این ۲ حالت تقسیم بر ۲ حاصل از برش کار را آسان می‌کند)

(برش h ارتفاع مقطع تیر)

③ اگر تیر به صورت دوسر ساده و بار به صورت متمرکز در هر جایی به غیر از وسط تیر باشد

$$V = \frac{P(L-h)}{L}$$

(P: بار متمرکز)



اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

بیشترین برش تکیه‌گاهی

بیشترین برش در فاصله h از تکیه‌گاه

حالت (۲)

$$V = \frac{w(L-2h)}{2} = \frac{100(9-2\times0/3)}{2} = 270\,kg$$

حالت کلی

$$\begin{cases} f_v = \dfrac{VQ}{Ib} \leq F_b' \\ f_v = \dfrac{3}{2}\times\dfrac{V}{A} \end{cases}$$

برای چوب مستطیلی

$$f_v = \frac{3}{2}\times\frac{270}{15\times30} = 0.19\ \frac{kg}{cm^2} < F_b' = 9\ kg/cm^2$$

ok ✓

برش اطمینان

بیشترین برش (لبه)

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

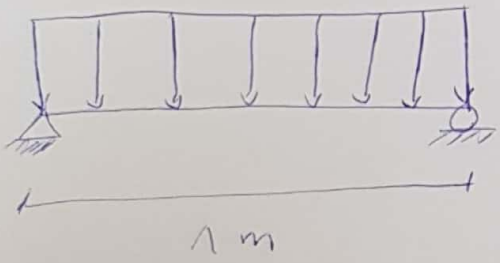
(نمونه سوال امتحانی) منبع: گوارشپ -

تمرین شماره ۳) تیر دوسر ساده‌ای تحت اثر بار گسترده دکلینوا فت به طول ۸ متر و $DL = 300\ kg/m$ و $LL = 400\ kg/m$ و $F_v = 9\ kg/cm^2$ و $F_b = 120\ kg/cm^2$ ، مطلوبست:

الف) ابعاد مقطع براساس خمش

ب) کنترل ابعاد مقطع براساس ضوابط خیز

ج) کنترل ابعاد مقطع براساس ضوابط برش



اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

حل :

الف) طراحی ابعاد مقطع براساس خمش

گام اول) محاسبه ی طول موثر (L_e) :

صفحه ۳۲۵ کتاب

تیر دهانه ساده گیردار نگهداری نشده جانبی

$$L_e = 1.92\, l_u + 3h$$

l_u : طول تیر

h : ارتفاع تیر

فرض می کنیم : مقطع تیر $h = 20\ cm$ ، $b = 10\ cm$

$$L_e = 1.92\,(800) + 3\,(20)$$

$$L_e = 1544\ cm$$

گام دوم) محاسبه ی نوع لاغری تیر

$$C_s = \sqrt{\frac{L_e h}{b^2}} = \sqrt{\frac{1544 \times 20}{10^2}} = 14.51$$

L_e : طول موثر تیر ، b : عرض مقطع تیر

$$C_s = 14.51$$

$$C_k = 0.811\sqrt{\frac{E}{F_b}} = 0.811\sqrt{\frac{110000}{120}} = 24.55$$

$$C_k = 24.55$$

$C_s = 14.51$

$C_k = 24.55$

$C_s \le 10$ ← تیر کوتاه ← $F_b = \dfrac{Mc}{I}$

$10 < C_s \le C_k$ ← تیر متوسط ← $F_b'' = F_b\left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{C_s}{C_k}\right)^4\right]$

$C_s > C_k$ ← تیر لاغر ← $F_b'' = 0.438\left(\frac{E}{C_s^2}\right)$

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

تیر مرکب -

$10 < C_S = 14,81 < C_K = 24,55$ ⟶ تیر متوسط ⟶ $F_b'' = F_b\left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{C_S}{C_K}\right)^4\right]$

$F_b'' = 120\left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{14,81}{24,55}\right)^4\right] = 111,82 \ (kg/cm^2)$

$F_b'' = 111,82$

$F_b'' = \frac{Mc}{I} \longrightarrow 111,82 = \frac{10200 \times h/2}{\frac{b h^3}{12}} = \frac{10200 \times 6}{2.4 b^3} \longrightarrow b = 11 \ cm$

$h = 22 \ cm$

$c = \frac{h}{2}$ ← فاصله‌ی دورترین تار از تار خنثی ، در مقطع مرکب ← $h = 2b$

$M = \frac{qL^2}{8} = \frac{1275 \times 8^2}{8} = 10200 \ (kg.m)$

$q = 1,25 q_{DL} + 1,5 q_{LL} = 1,25(300) + 1,5(600) = 1275 \ (kg/m)$

ابعاد مقطع

$b = 11 cm$

$h = 22 cm$

$l_e = 1,92 l_0 + 2h = (1,92 \times 800) + (2 \times 22) = 1580 \ cm$

تا طول تیر

$C_S = \sqrt{\frac{l_e \cdot h}{b^2}} = \sqrt{\frac{1580 \times 22}{11^2}} = 14,78$

$C_K = 24,55$

$10 < C_S = 14,78 < C_K = 24,55$ ⟶ تیر متوسط

$\longrightarrow F_b'' = F_b\left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{C_S}{C_K}\right)^4\right] \longrightarrow$

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

مقدار گوارش -

$$111{,}82 = F_b \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{18{,}78}{24{,}58} \right)^4 \right] \longrightarrow \boxed{F_b = 118{,}57 \ \text{kg/cm}^2}$$

$$\left.\begin{aligned} F_b'' &= 111{,}82 \\ F_b &= 118{,}57 \end{aligned}\right\} \longrightarrow F_b'' < F_b \qquad \text{NOT OK}$$

ابعاد تحمل تنش را خواهد داشت

$h = 22,\ b = 11$

$$\boxed{\begin{aligned} h &= 24 \ \text{cm} \\ b &= 13 \ \text{cm} \end{aligned}}$$

ب) کنترل ایجاد مقطع براساس ضوابط خیز

صد ۳۶۰ کتاب

تیر ساده کف با مصرف معمولی

مجموع بار زنده و مرده

$$\Delta = \frac{L}{240} = \frac{800 \ \text{cm}}{240} = 3{,}3 \ (\text{cm})$$

طول تیر

ولتاژ مجاز

صد ۲۵۸ (تغییر مکان تیر)

تیر ساده زیر بار گسترده یکنواخت

$$\Delta = \frac{5 q L^4}{384 EI} = \frac{5 \times 1277 \times 8^4}{384 \times 110000 \times 1497} = 4{,}13 \times 10^{-5} \ (\text{m}) = 0{,}004 \ \text{cm}$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{13 \times 24^3}{12} = 1497$$

$\longrightarrow 0{,}004 < 3{,}3$ ok ✓

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

ج) کنترل ابعاد مقطع براساس ضوابط برش

① $V = V_{max}$ — بار روی دو سر تیر در برش خطی

② $V = \frac{q(L-2h)}{2}$ — تیر دو سر ده با بار گسترده یکنواخت

③ $V = \frac{P(L-h)}{L}$ — تیر دو سر ده با بار متمرکز هر جای دلخواه از وسط تیر

شرایط مسئله (تیر دو سر ده با بار گسترده یکنواخت)

$$\xrightarrow{②} V = \frac{q(L-2h)}{2} = \frac{۱۲۷۵\left[۸-(۲\times۰/۲۴)\right]}{2} = ۴۷۹۴(kg)$$

$$V = ۴۷۹۴(kg)$$

$$f_v = \frac{3}{2}\times\frac{V}{A} = \frac{3\times ۴۷۹۴}{2\times(۲۴\times ۱۳)} = ۲۳\ (kg/cm^2)$$

$f_v \not< F_v$

NOT. OK ✓

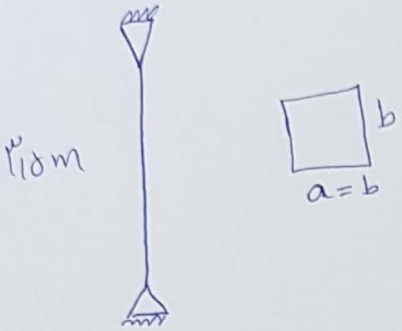
$F_v = ۹۰\ kg/cm^2$ صورت مسئله

بنابراین ابعاد مقطع ($h=۲۴$, $b=۱۳$) تحمل برش را نخواهد داشت.

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

مثال ۷ (۱-۱ کتاب)



ستون دو سر مفصل به ارتفاع ۳٫۱۵m و

بارهای وارده (مرده) ۱۷ ton و بار زنده ۱۵ ton (باد به طرف)

$F_c = ۸۴ kg/cm^2$ و مقطع ستون مربع

$E = ۱۱۹۰۰۰$

مطلوبست محاسبه بار مجاز مقطع

حل: ۱) تعیین C_D (ضریب مدت اعمال بار)

طبق کتاب ۱۴۱ صفحه

- $C_D = ۱٫۱۵$ بار وارده باد (برف)
- $C_D = ۰٫۹$ بار وارده (مرده)

$$\frac{\text{بار مرده}}{C_D} = \frac{۱۷}{۰٫۹} = ۱۹ \text{ (ton)}$$

$$\frac{\text{بار مرده + زنده}}{C_D} = \frac{۱۷+۱۵}{۱٫۱۵} = ۲۸ \text{ (ton)}$$

هرکدام بزرگتر باشد ← ۲۸٫۱۹ ← ton

۳۲ (جمع بار زنده و مرده) ملاک طراحی ← $C_D = ۱٫۱۵$

$F_c = ۸۴ (kg/cm^2) \rightarrow F'_c = F_c \times C_D = ۱٫۱۵ \times ۸۴ = ۹۷ (kg/cm^2)$

$$F'_c = \frac{P}{A} = \frac{۳۲۰۰۰}{A} = ۹۷ \rightarrow A = ۳۳۰ (cm^2)$$

$A = ۳۳۰ = a^2 \rightarrow a = ۱۸٫۲ (cm)$

$Le = K \cdot L = ۳۵۰$ (ارتفاع ستون، ستون دو سر مفصل $K=۱$)

$\lambda_x = \frac{Le}{d} = \frac{۳۵۰}{۱۸} = ۱۹٫۴$ (لاغری سمت بزرگتر)

$\lambda_y = \frac{Le}{d} = \frac{۳۵۰}{۱۸} = ۱۹٫۴$

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

$11 < \lambda = 19.4 < k = 24.8$

$k = 0.1891\sqrt{\frac{E}{f_c C_D}} = 0.1891\sqrt{\frac{119000}{84 \times 1.15}} = 24.8$ ← شرط برقرار

$\longrightarrow F'_c = f_c \times C_D\left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{\lambda}{k}\right)^4\right]$

$F'_c = 84 \times 1.15\left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{19.4}{24.8}\right)^4\right] = 82\ kg/cm^2$

$P = F'_c \times A = 82 \times (18 \times 18) = 26.4\ (ton) < 32\ (ton)$ X NOT. OK

$A = \frac{P}{F'_c} = \frac{32000}{82} = 390\ (cm^2) \longrightarrow a = 19.74 \simeq 20\ (cm)$

$Le = K \cdot L = 1 \times 20 = 20$ $\qquad \lambda = \frac{Le}{d} = \frac{350}{20} = 17.5$

$F'_c = 82 \times 1.15\left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{17.5}{24.8}\right)^4\right] = 79.7\ (kg/cm^2)$

$P = F'_c \times A = 79.7 \times (20 \times 20) = 31.7 > 32$ ok ✓

$P = F'_c \times A = 82 \times (20 \times 20) = 32.8 > 32$ ok ✓

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

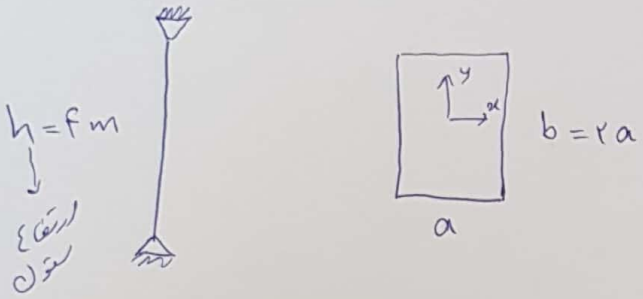
$f_c = \square\ kg/cm^2 \longrightarrow$

$F_c = \square \times 0.9$

طراحی اعضا فشاری و کششی

مثال ۸)

ستونی به ارتفاع $4(m)$ به صورت دوسر مفصل تحت اثر بار فشاری $40\ (ton)$ قرار دارد اگر $35\ (ton)$ از این بار به صورت بار دائم (بار مرده) و $5\ (ton)$ دیگی به صورت بار برف (بار زنده) که اثر مدت زمان آن را دو ماه در نظر می گیریم ($C_D = 0.9 \longrightarrow$ دو ماه) باشد در صورتی که $F_c = 90\ kg/cm^2$ (تنش فشاری چوب) و $E = 120000\ kg/cm^2$ (مدول الاستیسیته چوب) باشد، مطلوبست محاسبه ی ابعاد مقطع؟



گام اول:

محاسبه ی بار حاکم بر ستون (یعنی یکبار $\frac{\text{بار مرده}}{C_D}$ و یکبار هم $\frac{\text{بار مرده + بار زنده}}{C_D}$ را حساب می کنیم هرکدام بیشتر بود یعنی اون بار بر ستون حاکم است پس با اون بار مسئله را بررسی می کنیم، ضمناً ضریب مدت زمان حاکم بار را از جدول صفحه ۱۶۱ کتاب می بینیم)

صفحه ۱۶۱ کتاب چوب

① $\frac{\text{بار مرده}}{C_D} = \frac{35}{0.9} = 38.9\ ton \longrightarrow$ بار مرده حاکم است

② $\frac{\text{مرده + زنده}}{C_D} = \frac{5+35}{1.15} = 43.48\ ton$

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

گام دوم:

محاسبه‌ی ابعاد اولیه مقطع ستون:

$F_c' = F_c \times C_D = 90 \times 0.9 = 81 \ kg/cm^2$

(F_c: تنش فشاری موجب پدیده‌ی کمانش — C_D: ضریب مدت بارگذاری، از جدول ۱۶-۱)

$F_c' = \frac{P}{A} \longrightarrow A = \frac{P}{F_c'} = \frac{3500 \ kg}{81 \ kg/cm^2} = 43.1 \ cm^2$

(A: سطح مقطع)

$A = (a \times 2a) = 2a^2 \longrightarrow 43.1 = 2a^2 \longrightarrow a \simeq 15$

$b = 2a \longrightarrow b = 30$

$A \mid \begin{matrix} 15 \\ 30 \end{matrix}$

گام سوم:

تعیین لاغری ستون:

$$\begin{cases} \lambda_x = \frac{L_e}{b} \ , \ \lambda_y = \frac{L_e}{a} \\ L_e = K \cdot L \quad (L: \text{ارتفاع ستون}) = 1 \times 4 = 4 \ m \end{cases}$$

K:
- ۱ — دو سر مفصل
- ۰.۸ — دو سر گیردار
- ۰.۷ — یک سر گیردار، یک سر مفصل
- ۲ — یک سر گیردار یک سر آزاد

$\lambda_x = \frac{400}{30} = 14 < \lambda_y = \frac{400}{15} = 27 \longrightarrow$ بعد 15 cm لاغرتر است

یعنی ستون در آن بعد لاغرتر است ← آسیب‌پذیری (عدد بزرگتر یعنی لاغرتر) ۲۷

اشتراک‌دات‌نت

Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

ستون ها در حالت کلی خارج به ۳ دسته تقسیم می‌شوند

① $0 < \lambda = \frac{L_e}{d_{\text{کمترین بعد ستون}}} \leq 11$ ⟵ ستون کوتاه ⟵ شرایط عادی

$F'_c = F_c \cdot C_D$

$P = F'_c \cdot A$

② $11 < \lambda = \frac{L_e}{d} \leq K = 0.671 \sqrt{\frac{E}{F_c \cdot C_D}}$ ⟵ ستون متوسط

$F'_c = F_c \cdot C_D \left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{\lambda}{K}\right)^4\right]$

$P = F'_c \cdot A$

③ $K < \lambda = \frac{L_e}{d} < 50$ ⟵ ستون لاغر

$F'_c = 0.3 \frac{E}{\left(\frac{L_e}{d}\right)^2}$

$P = F'_c \cdot A$

حالت ② ⟵ ستون متوسط

$11 < \lambda = 27 \leq K = 0.671 \sqrt{\frac{120000}{900 \times 0.9}} = 25.18$ ✗ NOT. OK

لذا براین ابعاد مقطع نیز بدست آمده کفایت نمی‌کند

$F'_c = 900 \times 0.9 \left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{27}{25.18}\right)^4\right] = 48.42$

$A = \frac{P}{F'_c} = \frac{25000}{48.42} = 719.17 \simeq 720 \longrightarrow 2a^2 = 720 \rightarrow a = 19 \rightarrow b = 38$

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

"بسم تعالی"

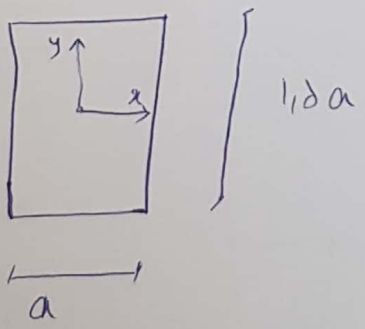
منوچهر گودرزی - شماره دانشجویی

درس سازه های چوبی - استاد: جناب آقای دکتر مهدی عزیزی

تمرین شماره ۲)

ستونی به ارتفاع ۵٫۵ (m) به صورت یک سر مفصل و یک سر گیردار به نحوی که در راستای محور z گیردار و در راستای محور y مفصل (مطابق شکل زیر) بوده و تحت اثر بار فشاری ۳۵ (ton) مرده و ۱۵ (ton) بار برف قرار دارد. در صورتی که چوب از نوع سوزن برای این سازه مورد استفاده قرار گیرد.

مطلوبست محاسبه ی ابعاد مقطع این ستون؟



اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

ستون گوارنیه -

حل

حول محور y

حول محور x

چوب نزاد (کاج صنوبر)

$F_c = ۸۸ \ kg/cm^2$

$E = ۱۰۵۰۰۰ \ kg/cm^2$

طرح اول: محاسبه‌ی بار حاکم بر ستون

صفحه ۱۶۱ ←

$$\frac{\text{بار مرده}}{C_D} = \frac{۳۵}{۰/۹} = ۳۸/۹ \simeq ۳۹$$

$$\frac{\text{مرده + زنده}}{C_D} = \frac{۳۵+۵}{۱/۱۵} = ۳۴/۷۸ \simeq ۳۵$$

بزرگترین عدد ← بار حاکم

۳۹ ≻ ۳۵ ←

بار حاکم بار مرده است یعنی $P = ۳۵ \ (ton)$

طرح دوم: محاسبه‌ی ابعاد ستون مقطع

$$F'_c = \frac{P}{A} \rightsquigarrow A = \frac{P}{F'_c} = \frac{۳۵۰۰۰}{۷۹/۲} = ۴۴۱/۹۲ \ cm^2$$

چوب نزاد ⇝ $F'_c = F_c \times C_D$

مدت زمان بار حاکم ۲ ماه ← $C_D = ۰/۹$

صفحه ۱۶۱

$$\rightarrow F'_c = ۸۸ \times ۰/۹ = ۷۹/۲ \ kg/cm^2$$

$$A = (a \times ۱/۵a) = ۴۴۱/۹۲ \rightarrow \begin{cases} a = ۱۷/۱۴ \ cm \\ b = ۱/۵ \times ۱۷ \simeq ۲۶ \ cm \end{cases}$$

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

مثال درس سوم : تعیین لاغری ستون

طول ستون (ارتفاع ستون)

$$Le_x = K \cdot L = 1 \times 500 = 500$$

$$Le_y = 0.5 \times 500 = 250$$

$$\lambda_x = \frac{Le_x}{d} = \frac{500}{26} = 19.23$$

$$\lambda_y = \frac{Le_y}{d} = \frac{250}{17} = 14.71$$

$\longrightarrow \lambda = 19.23$

ملاک طراحی ضریب لاغری بزرگتر است (هر چقدر عدد بزرگتر باشد یعنی ستون لاغرتر است و شرایط بحرانی تر)

$$\lambda = 19.23 > 11$$

$$K = 0.1471 \sqrt{\frac{E}{f_c \cdot C_D}} = 0.1471 \sqrt{\frac{100000}{88 \times 0.9}} = 24.43$$

$$11 < \lambda < K \longrightarrow \text{ستون متوسط}$$

$$F'_c = f_c \cdot C_D \left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{\lambda}{K}\right)^4\right] = 88 \times 0.9 \left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{19.23}{24.43}\right)^4\right]$$

$\longrightarrow F'_c = 75.82 \ kg/cm^2$

$$F'_c = \frac{P}{A} \longrightarrow P = (17 \times 26) \times 75.82 = 33512.44 \ kg$$

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

$P = ۳۴۵۱۲\ kg$ ✗ بار حکم $= ۳۵۰۰۰\ kg$

Not. OK

بنابراین باید ابعاد مقطع را عوض کنیم تا در برابر بار حکم تحمل داشته باشد.

$$A = \frac{P}{F'_c} = \frac{۳۵۰۰۰}{۷۵/۸۲} \simeq ۴۶۲\ cm^۲ \longrightarrow$$

$$(a \times ۱/۵\,a) = ۴۶۲ \longrightarrow \begin{cases} a = ۱۷/۵۴ \simeq ۱۸ \\ b = ۲۶/۳۱ \simeq ۲۷ \end{cases}$$

اشتراک دات نت

Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

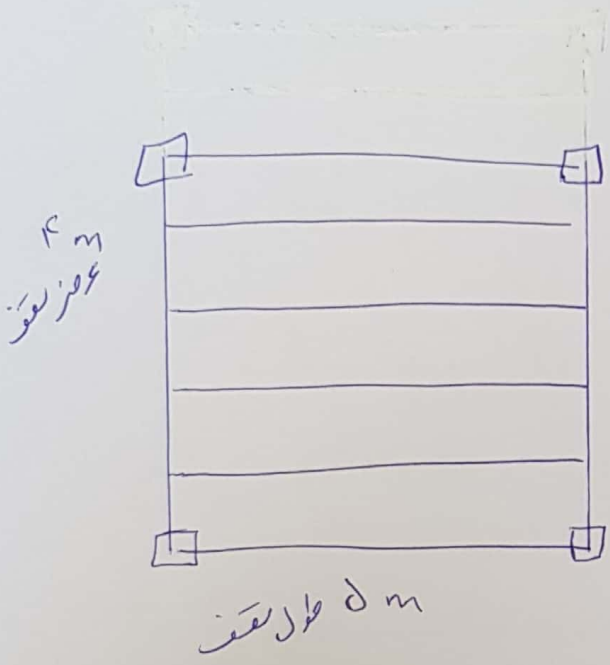
مثال ۹) طراحی پانل های سقف و تیرچه

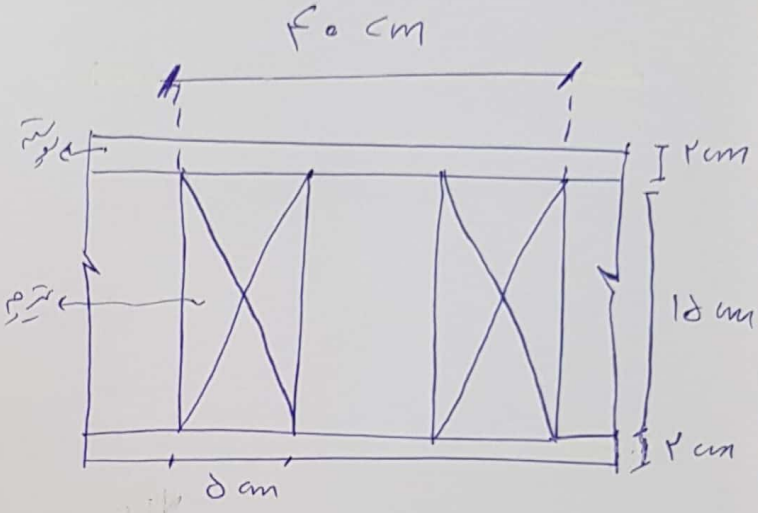
می خواهیم سقفی مطابق شکل طراحی نمائیم در صورتی که پنل سقف مطابق با جزئیات شکل باشد

مقاومت مصالح و حداکثر بار سربی که می خواهیم روی سقف اعمال نمائیم.

حداکثر بار گسترده؟

حداکثر خیز؟





تیرچه $E = 120,000$ kg/cm²

تیرچه $f = 120$ kg/cm²

پوشه $E = 100,000$ kg/cm²

پوشه $f = 100$ kg/cm² ← تنش مجاز

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

حل: الف) حداکثر بار گسترده؟

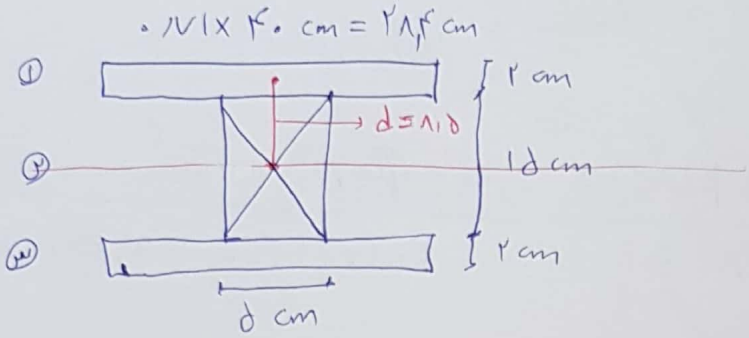
گام اول) محاسبه ضریب تبدیل

$$n = \frac{\text{تنش پیوسته}}{\text{تنش چوب}} = \frac{۱۰۰,۰۰۰}{۱۴۰,۰۰۰} = ۰,۷۱$$

گام دوم) تبدیل مقطع به یک جنس

(جنس پوشش ۲ برحسب جنس تبدیل شده)

محور خنثی (N.E)



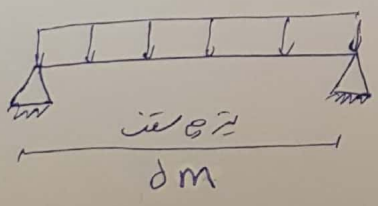
پوشش ①, ③ $\rightsquigarrow I_1 = \frac{bh^3}{12} + Ad^2 = \frac{۲۸,۴ \times ۲^3}{12} + (۲۸,۴ \times ۲)(۱۸,۵)^2 = ۴۱۲۲,۷ (cm^4)$

تبدیل شده ② $\rightsquigarrow I_2 = \frac{۵ \times ۱۵^3}{12} + ۰ = ۱۴۰۹,۳ (cm^4)$

$\Rightarrow I = ۲(۴۱۲۲,۷) + ۱۴۰۹,۳ = ۹۶۵۱,۷ (cm^4)$

$$f = \frac{Mc}{I} \times n \xrightarrow{\text{پوشش}} ۱۰۰ = \frac{M \times ۹۱۵}{۹۶۵۱,۷} \times ۰,۷۱ \rightarrow M = ۱۴۳۰۹۴ (kg.cm)$$

c: فاصله دورترین تار تا تار محور خنثی (مرکز خنثی)

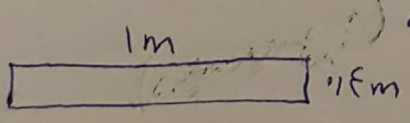


طول سقف

$$M = \frac{q_1 l^2}{8} \rightarrow ۱۴۳۰۹۴ = \frac{q_1 (۵^2)}{8} \rightarrow$$

$q_1 = ۴۵۷۹۰ (kg/m)$ بار خطی

$$q = \frac{q_1}{۰,۱۴} = \frac{۴۵۷۹۰}{۰,۴} = ۱۱۴۴۷۵ (kg/m^2)$$



$q_2 = ۱۱۴۴۷۵ \ kg/m^2$

حداکثر بار گسترده

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

ب) حداکثر خیز ؟

خیز مجاز: با زنده $\Delta = \frac{L}{360}$; (با زنده و مرده) $\Delta = \frac{L}{240}$

صد ۳۶۰ کتاب

چون بار کل دارد

تیر کابی معمولی

طول تیر (الف) $L = 500\ cm$

خیز مجاز: $\Delta = \frac{L}{240} = \frac{500\ cm}{240} = 2.08\ (cm)$

صد ۲۵۸ تیر ساده زیر بار گسترده یکنواخت

$\Delta_{موجود} = \frac{5qL^4}{384EI} = \frac{5 \times 1.58 \times 500^4}{384 \times (140000 \times 9461.7)}$

q: بار خطی (kg/cm) ; L: طول تیر ; E: کل ; I: ممان اینرسی

$\Delta_{موجود} = 2.174\ (cm)$

$\Delta_{موجود} = 2.17 > \Delta_{مجاز} = 2.08$ X ⟶ Not. ok

$2.08 = \frac{5 \times q(500)^4}{384(140000 \times 9461.7)} \Rightarrow q = 3.245\ (kg/cm)$ بار خطی

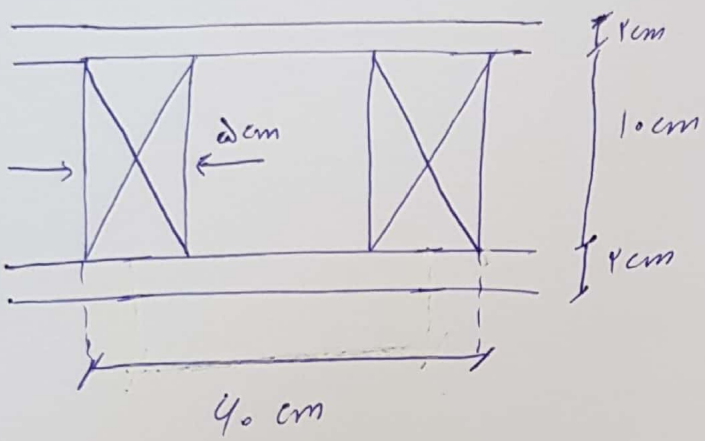
$q = 3.245\ kg/cm \times 100 = 324.5\ kg/m$ (عرضانه)

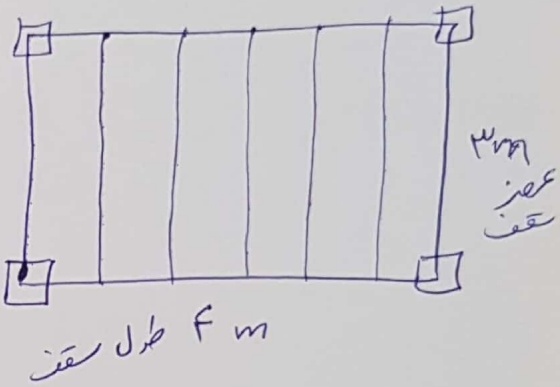
عرض ۰.۴ متر $q = \frac{324.5}{0.4} = 811.25\ kg/m^2$

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

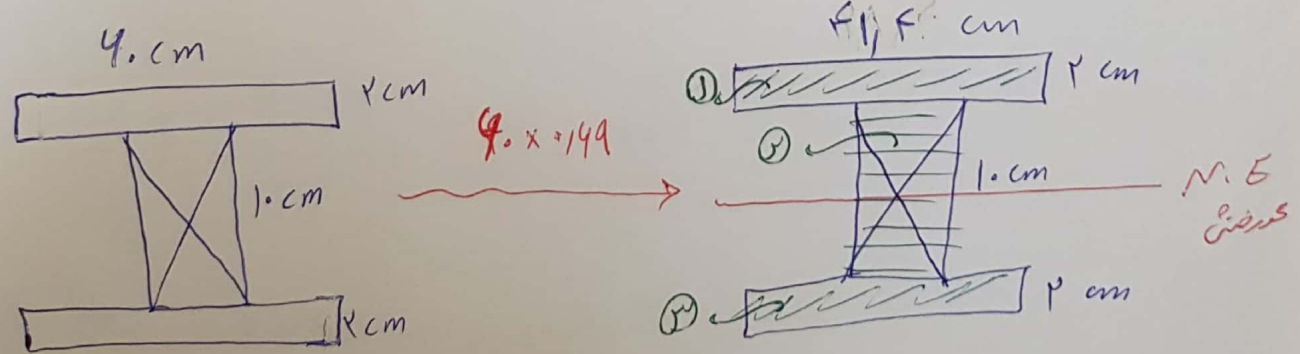
www.Eshterak.net

مثال ۱۰) سقف مطابق شکل تحت اثر بارهای مرده و زنده توان تحمل دارد در صورتی که $E_{\text{چوب}} = 130{,}000\ kg/cm^2$ و $f_{\text{چوب}} = 110\ kg/cm^2$ و $E_{\text{بتن}} = 90{,}000\ kg/cm^2$ و $f_{\text{بتن}} = 110\ kg/cm^2$ باشد حداکثر بار این سقف را با رعایت ضوابط خیز بدست آورید.





$$n = \frac{E_{\text{بتن}}}{E_{\text{چوب}}} = \frac{90{,}000}{130{,}000} = 0{,}69$$ ← ضریب تبدیل بتن به چوب



اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

③ ، ① ⟶ $I_3 = I_1 = \frac{41.4 \times 2^3}{12} + (41.4 \times 2)(9)^2 = 3008.4 \ cm^4$

فاصله مرکز پروفیل تا محور خنثی

② ⟶ $I_2 = \frac{5 \times 10^3}{12} = 416 \ (cm^4)$

کل $I = 2 I_1 + I_2 = 9432.8 \ cm^4$

فاصله دورترین تار از محور خنثی

$f = \frac{Mc}{I} \times n$ ⟶ پرسنت ⟶ $100 = \frac{M \times 9 \times 0.149}{9432.8}$ ⟶ $M = 1585.81 \ (kg.cm)$

پرسنت $M = 1585.81 \ (kg.m)$

$f = \frac{Mc}{I}$ ⟶ پیچ ⟶ $110 = \frac{M \times 5}{9432.8}$ ⟶ $M = 1418.21 \ kg.cm$

پیچ $M = 1418.21 \ kg.m$

سلاک‌واش $M = \min$ (پرسنت M ، پیچ M) $= 1418.21 \ kg.m$

طول تخت

$M = \frac{q_1 L^2}{8}$ ⟶ $q_1 = \frac{8 \times 1418}{4^2} = 708.5 \ (kg/m)$ بار خطی

کل $q = \frac{q_1}{0.4} = \frac{708.5}{0.4} = 1179 \ (kg/m^2)$

حداکثر بارگسترده کفپوش اختلاف دارد بر سقف

1 m

0.4 m

فاصله بین دو پیچ

اشتراک دات نت

Scanned by CamScanner

www.Eshterak.net

- محاسبه‌ی خیز:

$$\begin{cases} \text{با بارزنده} & \Delta = \frac{L}{360} \\ \text{بارزنده و مرده} & \Delta = \frac{L}{240} \end{cases}$$

در این سقف هم با بار زنده و بار مرده هم می‌رویم

$$\Delta = \frac{L}{240} = \frac{400}{240} = 1{,}67 \text{ cm}$$

$L \rightarrow$ طول سقف (cm)

خیز مجاز $\Delta = 1{,}67$ cm

بیم دوسر ساده ص ۲۵۸ کتاب

زیر بار یکنواخت گسترده

$$\Delta = \frac{5qL^4}{384EI} = \frac{5 \times 710 \times 400^4}{384 \times 130000 \times 4432{,}8} = 2{,}81 \text{ cm}$$

q: بار خطی (kg/cm)

E: مدول الاستیسیته بتن

I: ممان اینرسی

خیز موجود $\Delta = 2{,}81$

Δ موجود $>$ Δ مجاز $\times$ Not. Ok

$$\Delta = \frac{5qL^4}{384EI} \rightarrow 1{,}67 = \frac{5 \times q \times 400^4}{384 \times 130000 \times 4432{,}8}$$

$q = 41{,}89 \text{ kg/cm} \times 100 = 4189 \text{ kg/m}$ بار خطی

$\frac{4189}{0{,}4} = 4981{,}25 \text{ kg/m}^2$ بار کل

اشتراک دات نت
Scanned by CamScanner