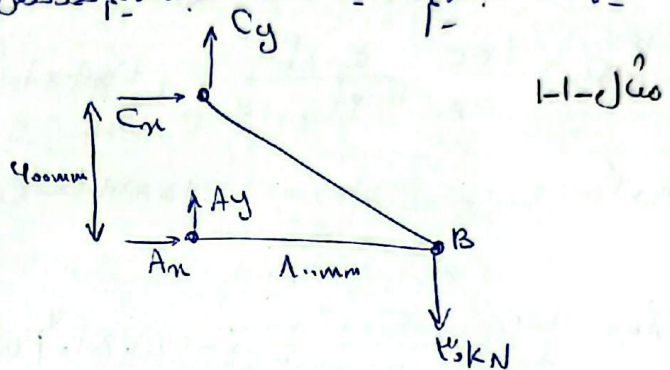
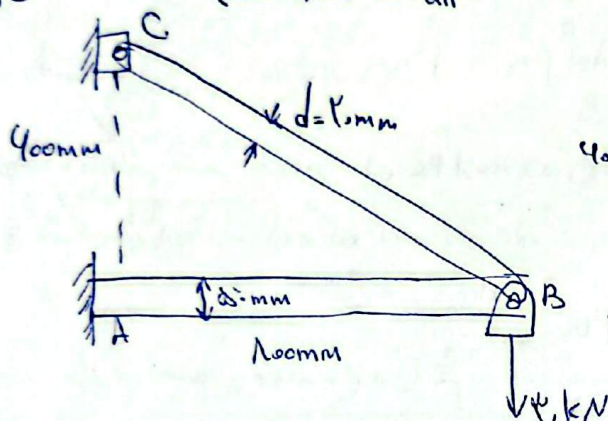


فصل اول مقدمه ای بر مفهوم تنش

مفهوم تنش (بازگشت مثال)

سازه شان داده شده در شکل یک تحلیل بار 3 kN را می دهد این سازه از باز AB با مقطع عرضی $40 \times 50 \text{ mm}$ و از میله BC با مقطع عرضی دایره ای به قطر 20 mm تشکیل شده است این باز و میله توسط مفصل B به هم متصل است و توسط پیرمفصل های A و C تکمیل شده است. نیروهای وارد بر سازه را می خواهیم مقاربت کنیم. (میله فولادی A36 با مکانیزم تحلیل تنش $\sigma_{all} = 145 \text{ MPa}$ ساخته شده است)



مثال ۱-۱

$$\sum M_C = 0 \quad A_x (1.0 \text{ m}) - (3 \text{ kN}) (1.0 \text{ m}) = 0 \quad \boxed{A_x = 3 \text{ kN}}$$

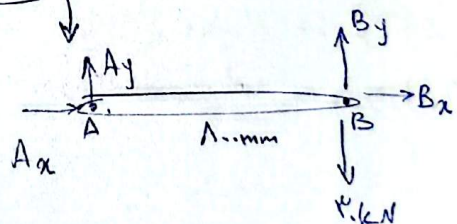
$$\sum F_x = 0 \quad A_x + C_x = 0 \quad C_x = -A_x \quad \boxed{C_x = -3 \text{ kN}}$$

$$\sum F_y = 0 \quad A_y + C_y - 3 \text{ kN} = 0 \quad \boxed{A_y + C_y = 3 \text{ kN}}$$

$$\sum M_B = 0 = A_y (1.0 \text{ m}) = 0 \quad \boxed{A_y = 0}$$

$$\boxed{C_y = 3 \text{ kN}}$$

باجابگیری در رابطه خواهم دانست



$$\text{برای نیروها بر روی مفصل A} \Rightarrow \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{3^2 + 0^2} = \sqrt{9} = 3 \text{ kN}$$

$$\text{برای نیروها بر روی مفصل B} = \sqrt{C_x^2 + C_y^2} = \sqrt{(-3)^2 + (3)^2} = \sqrt{18} = 4.24 \text{ kN}$$

که در این سوال $A = F_{AB} = 3 \text{ kN}$ و $C = F_{BC} = 4.24 \text{ kN}$ است گرچه در این قسمت تحلیل سازه اهمیت دارد ولی نمی شود با هم است آوردن نیرو پس بین کردن سازه بار داده را می تواند تحلیل کند یا خیر گسیختگی یا عدم گسیختگی میله BC و باز AB علاوه بر نیرو وارد بر آنها به مساحت مقطع عرضی و جنس میله نیز وابسته است (نیرو بر واحد سطح یا شدت نیروی توزیع شده بر روی یک مقطع معین را تنش آن مقطع می گویند)

بار محوری بر حسب N

که تنش را با حرف یونانی سی (سیگما) نشان می دهند
 نکته: از علامت مثبت برای تنش های کششی و
 از علامت منفی برای تنش های فشرشی استفاده می شود

(۱) $\sigma = \frac{P}{A} = \frac{F}{A}$
 (باسفال) $\frac{N}{m^2} = Pa$
 مساحت سطح (m^2)

با توجه به فرض اول یعنی (۱) تنش های ناشی از بارگذاری میل تک را به دست می آوریم.

$F_{BC} = 50 \text{ kN} = 50 \times 10^3 \text{ N}$

$d = 20 \text{ mm} \Rightarrow r = 10 \text{ mm} \quad A_{BC} = \pi r^2 = 314 \times 10 \times 10 \times 10^{-4} = 314 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

$\sigma_{BC} = \frac{F_{BC}}{A_{BC}} = \frac{50 \times 10^3}{314 \times 10^{-4}} = +159 \times 10^6 \text{ Pa} = 159 \text{ MPa}$ تنش کششی

با توجه به اینکه تنش وارده بر میل BC از حد تنش مجاز (145 MPa) کمتر شده است پس میل مذکور پس از

همچنین مشکلی بار وارده را تحمل می کند (محاسبه تنش وارده بر بازو AB در ادامه انجام خواهد شد)

تنش فشرشی است $\sigma_{AB} = \frac{F_{AB}}{A_{AB}} = \frac{40 \times 10^3 \text{ N}}{115 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = -241.7 \times 10^6 \text{ Pa}$
 بارگذاری محوری، تنش قائم

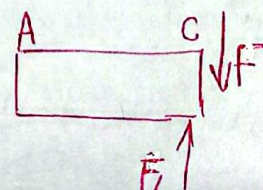
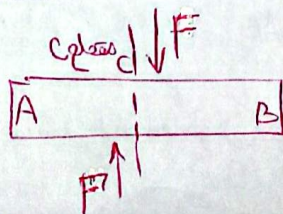
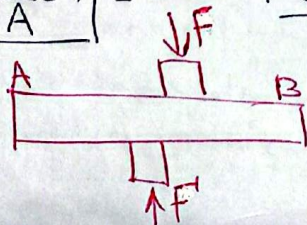
میل BC در قسمت قبل تک عضو دینامیکی است لذا نیروهای F_{BC} و F'_{BC} در هر دو سر آن وارد می شود که هر کدام از آنها در ابتدای محور میل قرار دارند بنابراین گفته می شود میل تحت بارگذاری محوری است. همچنین برای تعیین نیروی داخلی در میل و تنش های متناظر با آن میل را در امتداد محور بر محور مقطع زده ایم از این رو نیروی داخلی بر سطح این مقطع عمود بود و تنش متناظر با آن را تنش قائم گوئیم (تنش قائم در معنوی که تحت بارگذاری محوری است از فرض اول (۱)

به دست می آید (۲) $\sigma = \frac{F}{A}$

تنش برشی

با اعمال نیروی عمودی P و P بر عضو AB مطابق شکل پایش تنش کاملاً متغیری به وجود می آید با عبور یک مقطع C بین نقاط اثر نیرو نمودار AC به وجود می آید از تعادل در این قسمت نتیجه می شود که مقطع عمودی نیروی داخلی وجود دارد و برآیند آنها F است این نیروی های جزئی داخلی را نیروی برشی و برآیند آنها را برش در آن مقطع می گویند و از تقسیم F بر مساحت A مقطع عمودی تنش برشی به دست می آید

$\tau = \frac{F}{A}$ (۳)



۱. حالات مهم طراحی کب بازه

الف) تعیین استقامت نهایی؛ نکته مهمی که در طراحی کب ها باید در نظر گرفت، سوراخ این است که ماه انتخاب شده تحت یک نیروی محوری دارد به عنوان مثال یک نمونه فولادی را می توان در ماشین آزمایش تحت نیروی کششی محوری، مرکزی معلومی قرار داد با افزایش نیرو تغییرات حاصله در نمونه مانند تغییر طول، قطر، اندازه گیری می شود و می شود واره از حد تحمل نمونه بیشتر به نمونه گسیخته می شود یا با تحمل بار کمتری شروع به سردی می کند این بزرگترین نیرو را بار نهایی نمونه گویند و با F_u نشان می دهند

$$\text{کنش نهایی یا استقامت نهایی کششی} = \frac{F_u}{A} \quad (۹)$$

ب) بار مجاز و کنش مجاز؛ ضریب اطمینان ماکزیم باری که عضو ساختمان یا یک قطعه مجاز است تحت شرایط معمولی تحمل کند ضریب کمتر از بار نهایی است و آن را بار مجاز، بار کاری یا بار طراحی می گویند که در آن به نسبت بار نهایی به بار مجاز ضریب اطمینان می گویند.

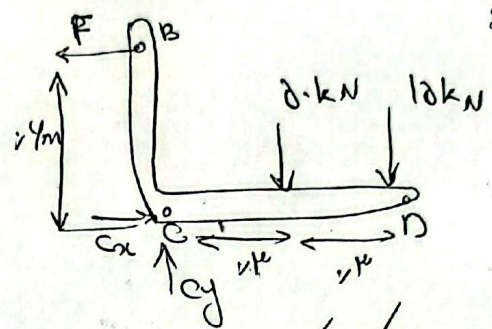
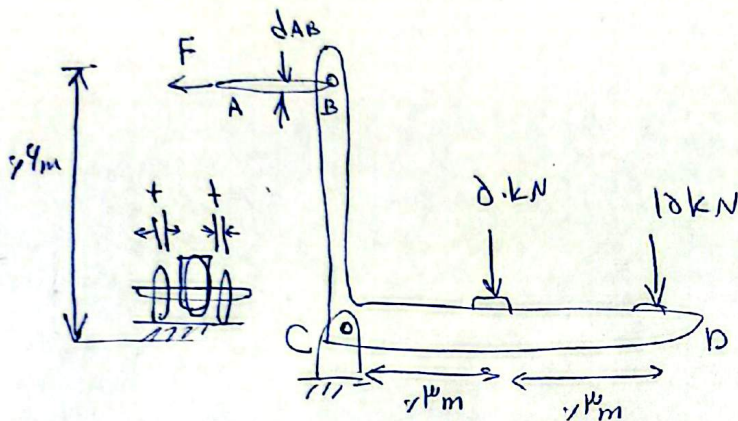
$$\text{ضریب اطمینان} = FS = \frac{\text{بار نهایی}}{\text{بار مجاز}} \quad (۱۰)$$

$$\text{ضریب اطمینان} = FS = \frac{\text{کنش نهایی}}{\text{کنش مجاز}} \quad (۱۱)$$

ضلع ۱-۴) مطابق شکل دوربری برکت BCD دارد شده اند الفکامپله کنترل AB از فولاد با تنش قائم نهایی ۴۰۰ MPa که مقدار آن برای منریب اطمینان ۳٫۲ در برابر گسیختگی باشد را بیایم.

ب) مفصل C از فولاد با تنش برشی نهایی ۳۵۰ MPa معادله شده است مقدار آن را برای منریب اطمینان ۳٫۲ در برابر برش بیایم

ج) منحنی نمودار نیاز تکیه گاه C را بیایم در صورتی که تنش تکیه گاهی معیار فولاد به کار رفته ۳۰۰ MPa باشد.



حل: جسم آزاد تمام برکت و گاهی در آن بیاموزای C_x, C_y نشان داده شده است

$$\sum M_C = 0 \quad F(4m) - (8kN)(2m) - (18kN)(4m) = 0$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow C_x = 4kN$$

$$\sum F_y = 0 \quad C_y - 8 - 18 = 0 \Rightarrow C_y = 26kN$$

$$F = 4kN$$

$$C = \sqrt{C_x^2 + C_y^2} = \sqrt{(4)^2 + (26)^2} = 26.3kN$$

الفکامپله کنترل AB چون منریب اطمینان ۳٫۲ دارد تنش معیار در آن برابر است با

$$\sigma_{all} = \frac{\sigma_U}{F.S.} = \frac{400 MPa}{3.2} = 125 MPa$$

برای $F = 4kN$ مساحت مقطع عمودی مورد نیاز عبارت است از

$$A_{req} = \frac{F}{\sigma_{all}} = \frac{4kN}{125 MPa} = 32 \times 10^{-4} m^2$$

$$A_{req} = \frac{\pi}{4} d_{AB}^2 \Rightarrow 32 \times 10^{-4} = \frac{\pi}{4} d_{AB}^2 \Rightarrow d_{AB} = 20.1mm$$

ب) برش در مقطع مفصل C بررسی است و برای منریب اطمینان ۳٫۲ داریم:

$$\tau_{all} = \frac{\tau_U}{F.S.} = \frac{350 MPa}{3.2} = 109.4 MPa$$

چون این مفصل برش دوگانه دارد:

$$A_{req} = \frac{C_T}{\tau_{all}} = \frac{(26.3kN)/2}{109.4 MPa} = 120.5 mm^2$$

$$A_{req} = \frac{\pi}{4} d_C^2 \Rightarrow 120.5 = \frac{\pi}{4} d_C^2 \Rightarrow d_C = 12.5mm$$

ج) تنش تکیه گاهی در C با استفاده از $d = 12.5mm$ مساحت تکیه گاه هر برکت است و چون نیروی هر برکت یکسان است تنش معیار تکیه گاهی هم ۳۰۰ MPa است

$$A_{req} = \frac{C_T}{\sigma_{II}} = \frac{(26.3kN)/2}{300 MPa} = 43.8 mm^2$$

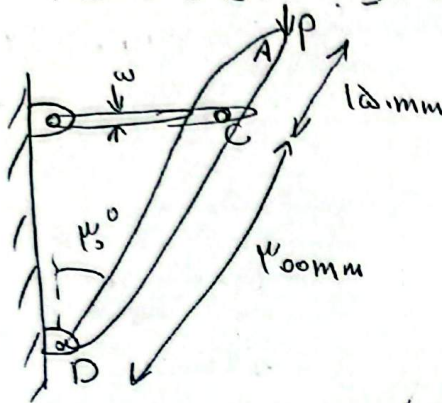
لذا ۱۲۵ - ۲۲۱ - ۵۷۸ یعنی

۴ - ۱۲۵ - ۵۷۸

سوالی که برای فصل یک باید حل شود

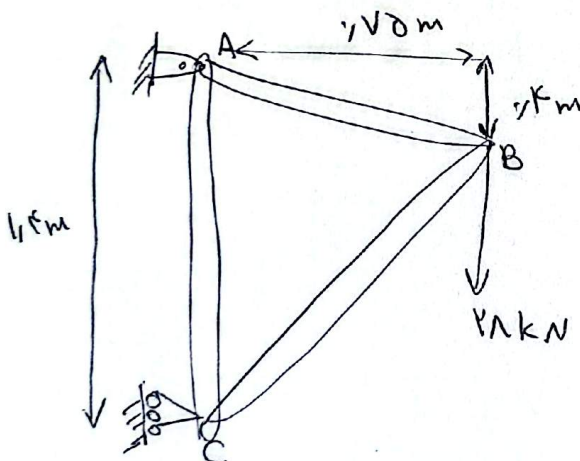
- ① بازوی افقی BC به ضخامت 4 mm و به عرض 25 mm از فولاد با استحکام نهایی کششی 450 MPa ساخته شده است اگر این بازو برای تحمل بار $P = 4\text{ kN}$ طراحی شده باشد، ضریب اطمینان چقدر است؟

سوال ۳۸ کتاب



- ② عضوهای AB و AC از میل‌های هم جنس با مقطع عرضی چهارگوش ساخته شده اند. سطح چهارگوشی از همان جنس به ضلع 20 mm تحت بار 120 kN گسیخته می‌شود. برای ضریب اطمینان ۲٫۲ برای هر دو میل ابعاد مورد نیاز مقطع عرضی آن‌ها را بیابید.

سوال ۴۱ کتاب



سرفصل‌ها:

- ۱- تنش: مفاهیم کلی، معادلات تعادل، تحلیل تنش تحت بارگذاری محوری، تنش‌های نرمال و برشی تنش لایه‌ای، اتصالات برشی متقارن و متناقص و معیارهای طراحی
- ۲- کرنش: رابطه تنش و کرنش - کرنش نرمال - قانون هوک - ضریب پواسون، رابطه تنش - کرنش برشی، مفهوم تصمیم یافته کرنش و قانون هک، سیستم نامین استاتیکی