

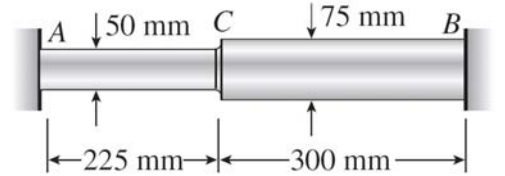


KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
Mühendislik Fakültesi –Makina Mühendisliği Bölümü
Mukavemet I –Final Sınavı (A+B)

Adı Soyadı :
Sınıfı :
No :

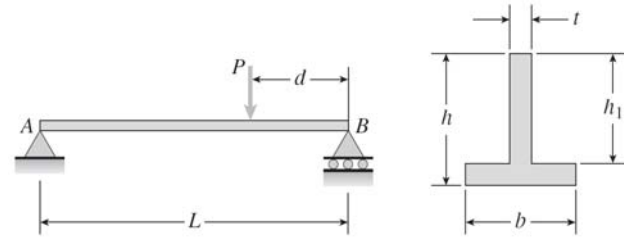
7 Ocak 2009

SORU 1: Şekilde verilen ABC plastik parçası içi dolu dairesel kesitli olup iki parçadan oluşmaktadır. Parça iki tarafındaki uçlardan ankastre olup malzemede elastik modülü 6 GPa, termal genişleme katsayısı ise $\alpha = 100 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ olarak verilmektedir. Sistemde 30 °C sıcaklık artışı olması durumunda;



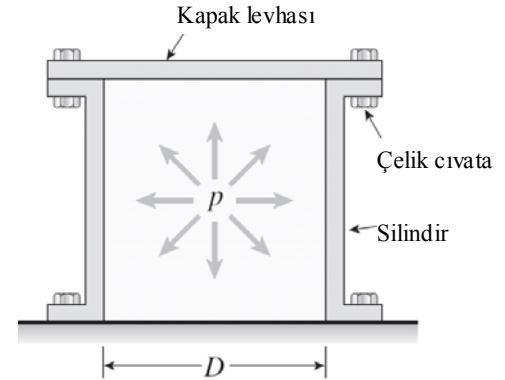
- AB parçasında oluşan basma kuvvetini hesaplayınız (15 P)
- AC ve CB parçalarında oluşan basma normal gerilmesini hesaplayınız (5 P)
- C noktasındaki yatay yer değişimini hesaplayınız (5 P)

SORU 2: Şekilde verilenleri göz önüne alarak $P = 5$ kN, $L = 3$ m, $d = 1.2$ m, $b = 75$ mm, $t = 25$ mm, $h = 100$ mm, ve $h_1 = 75$ mm için;



- Kirişe ait kesme kuvveti ve eğilme momenti diyagramını çiziniz (5 P)
- Kirişte oluşacak olan maksimum normal çekme ve normal basma gerilmelerin yerlerini ve değerlerini bulunuz (10 P)
- Kirişte oluşacak olan maksimum kayma gerilmesinin oluştuğu yeri değerini buluz (10 P)

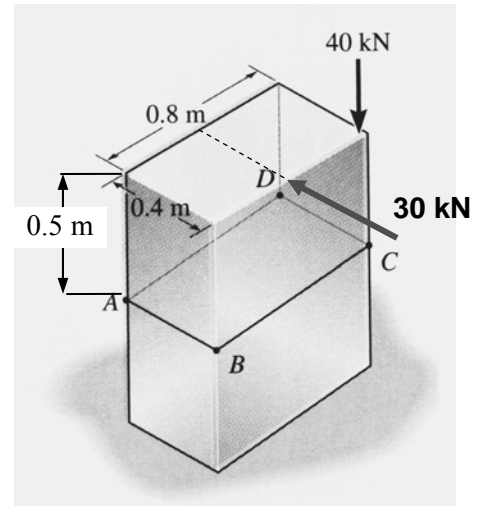
SORU 3: Şekilde verilen basınçlı kaptaki üst kapak çelik cıvatalarla kapatılmaktadır. Kaba etki eden iç basınç 20 bar olup kullanılan her bir cıvatanın çapı 12 mm ve silindirin iç çapı 500 mm'dir. Her bir cıvataya gelen maksimum çekme gerilmesi 70 MPa'ı geçsin istenmediğine göre;



- Kapağı tespit etmek için gerekli minimum cıvata sayısını hesaplayınız (15 P)
- Silindirik kabın et kalınlığı 8 mm olduğuna göre basınç altında silindirde oluşan aksenal ve çevresel gerilmeleri hesaplayınız (10 P)

SORU 4. Şekildeki dikdörtgen blok alt tarafından ankastre olup üst tarafından düşey ve yatay yükler etki etmektedir. Buna göre;

- Kesitin A, B, C ve D noktalarında oluşan normal ve kayma gerilmelerini hesaplayınız (15 P)
- Parçanın ABCD kesitinde oluşan normal ve kayma gerilmelerinin dağılımını çiziniz (10 P)



Sınav süresi 90 dakikadır
Başarılar
Prof.Dr. Paşa YAYLA



07 Ocak 2009

ÇÖZÜM 1:

a) Parça iki ucundan mesnetli olmasaydı sıcaklık artışından dolayı bir uzama meydana gelecekti. Bu durumda normal basma gerilmesi hesabı yaparken; parçanın B noktasındaki desteği kaldırarak parçanın serbest uzamasına izin verilmiş daha sonra da bir kuvvetle parça eski haline getirilmiş gibi düşünebiliriz.

Sıcaklık artışından dolayı olan uzama

$$\delta_T = \alpha \Delta T (L_1 + L_2) \Rightarrow \delta_T = 100 * 10^{-6} * 30 * (225 + 300) \Rightarrow \delta_T = 1.575 \text{ mm bulunur.}$$

Parçada bu kadar kısalma yaratacak basma kuvveti

$$\delta_P = \frac{PL_1}{EA_1} + \frac{PL_2}{EA_2} \Rightarrow 1.575 = P * \left(\frac{225}{6 * 10^3 * \pi \frac{50^2}{4}} + \frac{300}{6 * 10^3 * \pi \frac{75^2}{4}} \right) \Rightarrow P = 51,781 \text{ N}$$

$$\text{b) } \sigma_{AC} = \frac{P}{A} = \frac{51781}{\pi \frac{50^2}{4}} = 26.37 \text{ N/mm}^2 = 26.37 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{CB} = \frac{P}{A} = \frac{51781}{\pi \frac{75^2}{4}} = 11.72 \text{ N/mm}^2 = 11.72 \text{ MPa}$$

c) C noktasındaki yer değiştirme ise o noktanın sıcaklık ile uzaması ile kuvvet etkisi altında kısalması arasındaki farktır.

$$\delta_C = \alpha (\Delta T) L_1 - \frac{PL_1}{EA_1} \Rightarrow \delta_C = 100 * 10^{-6} * 30 * 225 - \frac{51781 * 225}{6 * 10^3 * \pi \frac{50^2}{4}} = -0,314 \text{ mm}$$

AC çubuğu 0.314 mm kısalmıştır yani C noktası 0.314 mm sola kaymıştır.

ÇÖZÜM 2:

$$\text{a) } \sum F_x = 0 \quad \text{ve} \quad \sum F_y = 0$$

$$(F_A)_y + (F_B)_y - P = 0 \Rightarrow (F_A)_y + (F_B)_y = P = 5000 \text{ N}$$

$$\downarrow \sum M_A = 0 \Rightarrow (F_B)_y * 3 - P * 1.8 = 0$$

$$(F_B)_y = 3000 \text{ N} \quad (F_A)_y = 2000 \text{ N}$$

b) ($0 \leq x \leq 1.8 \text{ m}$) bölgesi için;

$$T_x = 2000 \text{ N} \quad \text{ve} \quad M_x = 2000 * x$$

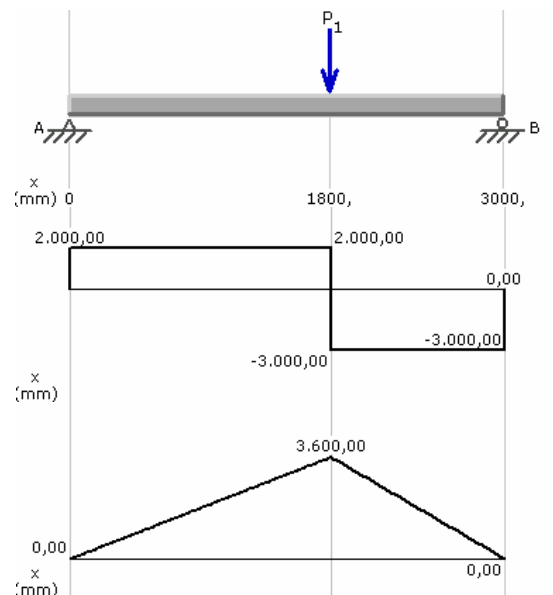
($1.8 \text{ m} < x < 3.0 \text{ m}$) bölgesi için

$$T_x = 2000 - 5000 = -3000 \text{ N} \quad \text{ve}$$

$$M_x = T_A * x - P * (x - 1800)$$

$$M_x = 2000x - 5000 * (x - 1800)$$

Buradan $x = 0$ için $T = 2000$, $x = 1.8 \text{ m}$ için $T = -3000$, $x = 0$ için $M = 0$, $x = 1.8$ için $M = 3600 \text{ Nm}$ ve $x = 3 \text{ m}$ için $M = 0$ bulunur.

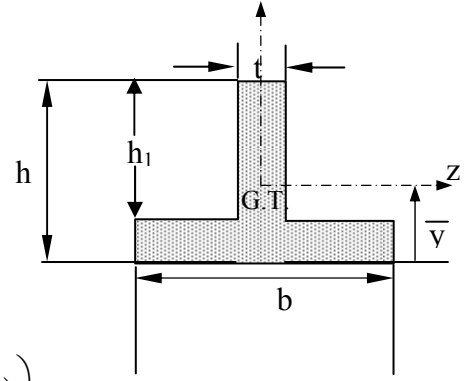


b) Asal eksen ağırlık merkezinden geçer, parça simetrik olmadığı için ağırlık merkezini hesaplırsak

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^2 A_i * y_i}{\sum_{i=1}^2 A_i}$$

$$\bar{y} = \frac{b * (h - h_1) * \frac{(h - h_1)}{2} + t * h_1 * \left(\frac{h_1}{2} + (h - h_1) \right)}{b * (h - h_1) + h_1 * t}$$

$$\bar{y} = \frac{75 * (100 - 75) * \left(\frac{100 - 75}{2} \right) + 25 * 75 * \left(\frac{75}{2} + (100 - 75) \right)}{75 * (100 - 75) + 25 * 75} = 37.5 \text{ mm.}$$



Ağırlık merkezinden geçen eksene göre kiriş kesitinin atalet momenti (I_x)

Steiner Teoremi $I_x = \sum_{i=1}^2 I_{x_i} + A_i * d_{x_i}^2$

$$I_x = \frac{b * (h - h_1)^3}{12} + b * (h - h_1) * \left[\bar{y} - \frac{(h - h_1)}{2} \right]^2 + \frac{t * h_1^3}{12} + t * h_1 * \left[\left(\frac{h_1}{2} + (h - h_1) \right) - \bar{y} \right]^2$$

$$I_x = \frac{75 * (100 - 75)^3}{12} + 75 * (100 - 75) * \left[37.5 - \frac{(100 - 75)}{2} \right]^2 + \frac{25 * 75^3}{12} + 25 * 75 * \left[\left(\frac{75}{2} + (100 - 75) \right) - 37.5 \right]^2$$

$I_x \cong 3.320 * 10^6 \text{ mm}^4$ bulunur. Kirişteki normal gerilmelerin kritik noktaları asal eksenden en uzak noktalardır. Kirişin en üst noktası için normal gerilme

$$(\sigma_{\text{maks}})_{\text{Üst}} = \frac{(M_e)_{\text{maks}}}{I_x} * y_{\text{maks}} = \frac{3600 * 10^3}{3320 * 10^3} * (100 - 37.5) = 67.765 \text{ MPa bulunur.}$$

Kirişin alt noktası için normal gerilme

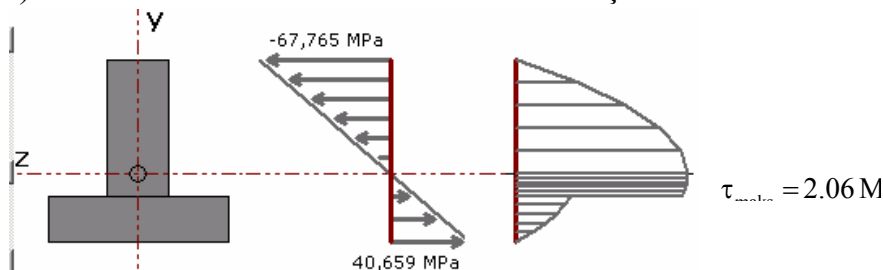
$$(\sigma_{\text{maks}})_{\text{Alt}} = \frac{(M_e)_{\text{maks}}}{I_x} * y_{\text{maks}} = \frac{3600 * 10^3}{3320 * 10^3} * (37.5) = 40.659 \text{ MPa}$$

En büyük normal gerilme $\sigma_{\text{maks}} = 67.77 \text{ MPa}$ ile momenti en büyük olduğu kirişin uzunlukça orta noktasında tarafsız eksenden en uzak nokta olan üst noktada oluşur. Kayma gerilmesi ise

$$\tau_{\text{maks}} = \frac{T_{\text{maks}} * (S_x)_{\text{maks}}}{b_{\text{min}} * I_x}$$

$$\tau_{\text{maks}} = \frac{(F_B)_y * \left[t * (h - \bar{y}) * \frac{(h - \bar{y})}{2} \right]}{t * I_x} = \frac{3000 * \left[25 * (100 - 37.5) * \frac{(100 - 37.5)}{2} \right]}{25 * 3320 * 10^3} = 1.78 \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{\text{maks}} = 1.78 \text{ MPa}$ değeri ile B noktası ile P kuvvetinin etkidiği nokta arasında kalan bölgede ($1.8 < x < 3.0 \text{ m}$) dik düzlemde tarafsız eksen üzerinde oluşur.



ÇÖZÜM 3:

a) 20 bar = 2 MPa

Kapağa gelen kuvvet $F = P * A = 2 * \pi * \frac{500^2}{4} = 392699.1 \text{ N}$ bulunur.

Her bir cıvata gelen çekme gerilmesi 70 MPa'ı geçmesin istenirse her bir cıvata gelen kuvvet

$P = \sigma * A \Rightarrow P = 70 * \pi * \frac{12^2}{4} = 7916 \text{ N}$ bulunur. Buradan cıvata sayısı

$n = \frac{P_{kapak}}{P_{civata}} = \frac{392699.1}{7916.8} = 49.6$ bulunur. Buradan n=50 cıvata seçilir.

b) Sırasıyla çevresel gerilme ve aksenal gerilme

$$\sigma_{\theta} = \frac{PD}{2t} = \frac{2 * (500 + 8)}{2 * 8} = 63.5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_z = \frac{PD}{4t} = \frac{2 * (500 + 8)}{4 * 8} = 31.75 \text{ MPa}$$

ÇÖZÜM 4:

$$\sigma_A = -\frac{P}{A} + \frac{P * e_x}{bh^3} * (h/2) + \frac{P * e_y}{hb^3} * (b/2) + \frac{F * L}{bh^3}$$

$$\text{a) } \sigma_A = -\frac{40000}{400 * 800} + \frac{40000 * 200}{800 * 400^3} * (40/2) + \frac{40000 * 400}{400 * 800^3} * (80/2) - \frac{30000 * 500}{800 * 400^3} * (40/2)$$

$$\sigma_A = -0.078 \text{ MPa}$$

$$\sigma_B = -\frac{40000}{400 * 800} + \frac{40000 * 200}{800 * 400^3} * (40/2) - \frac{40000 * 400}{400 * 800^3} * (80/2) + \frac{30000 * 500}{800 * 400^3} * (40/2)$$

$$\sigma_B = 0.578 \text{ MPa}$$

$$\sigma_C = -\frac{40000}{400 * 800} - \frac{40000 * 200}{800 * 400^3} * (40/2) - \frac{40000 * 400}{400 * 800^3} * (80/2) + \frac{30000 * 500}{800 * 400^3} * (40/2)$$

$$\sigma_C = -0.172 \text{ MPa}$$

$$\sigma_D = -\frac{40000}{400 * 800} - \frac{40000 * 200}{800 * 400^3} * (40/2) + \frac{40000 * 400}{400 * 800^3} * (80/2) - \frac{30000 * 500}{800 * 400^3} * (40/2)$$

$$\sigma_D = -0.828 \text{ MPa}$$

$$\tau_A = \tau_B = \tau_C = \tau_D = 0$$

b)

