

Göstü ekseni (x ekseniye göre)

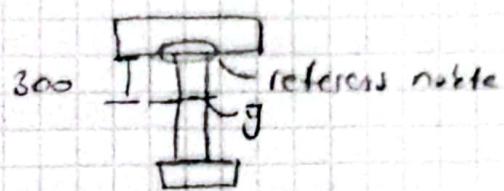
(1) Üstler ve Aşağılık Merkezi:

$$A_{üst} = 300 \cdot 20 = 6000$$

$$A_{gönde} = 10 \cdot 760 = 7600$$

$$A_{alt} = 100 \cdot 20 = 2000$$

$$y_{üst} = 10 \quad y_{gönde} = 400 \quad y_{alt} = 730$$



$$\bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{A} = \frac{6000 \cdot 10 + 7600 \cdot 400 + 2000 \cdot 730}{18600} = 300 \text{ m}$$

(1.2) Açılt momenti:

$$\text{elastit kovit modulu} = W_e = \frac{I}{C} \quad \begin{array}{c} \square \ h \\ b \\ x-x \end{array} \quad \frac{6h^3}{12}$$
$$I = I_0 + Ad^2$$

üst basılı:

$$I_{x,0} = 300 \cdot \frac{20^3}{12} = 2 \cdot 10^5 \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Gönde} \\ I_{x,0} = 10 \frac{760^3}{12} = 3,658 \cdot 10^8 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{Alt Basılı} \\ 100 \cdot \frac{20^3}{12} = 6,67 \cdot 10^4 \end{array} \right\}$$

$$Ad^2 = 6000 \cdot 290^2 = 504,6 \cdot 10^6 \quad \left\{ \begin{array}{l} 7600 \cdot 100^2 = 76 \cdot 10^6 \\ 2000 \cdot 490^2 = 480,2 \cdot 10^6 \end{array} \right\}$$

$$I_x = 1,4268 \cdot 10^9$$

(1.3) Elastit kovit modulu ve elastitik moment kapasitesi:

ilk akma en uzak lifteki gerilme ($\sigma = \frac{My}{I} = Gy$) olunca olur; bu da

$$M_e = Gy \cdot W_e$$

$$\text{üst lif } C_{üst} = 300 \Rightarrow W_e, \text{üst} = \frac{I_x}{300} = 4,756 \cdot 10^6$$

$$\text{alt lif } C_{alt} = 500 \Rightarrow W_e, \text{alt} = \frac{I_x}{500} = 2,856 \cdot 10^6$$

$$M_e, x = Gy \cdot W_e, \text{alt} = 255 \cdot 2,856 \cdot 10^6 = 1,013 \cdot 10^9 \text{ Nm} = 1013 \text{ kN/m}$$

(1.4) Plastik Nötr ekseni (PNA) ve Plastik kovit modulu W_p

Alanın yeri: $= 7800$ üstten aşağıya alın blokların 6000 + 10 t

$$7800 = 6000 + 10t \Rightarrow t = 180 \rightarrow$$

$$\text{Plastik nötr bölge} = 20(\text{basılı}) + 180(\text{gönde}) = 200 \text{ mmde}$$

PNA ya göre birinci momentler:

$$\text{Üst basılık } A = 6000 \text{ uzaklık} = 200 \cdot 10 = 190 \rightarrow 6000 \cdot 190$$

$$\text{Gövde üst parça } A = 10 \cdot 180 = 1800 \text{ Ağırlık } = 80 \rightarrow 90 \cdot 1800$$

$$Q_c = 1302000 \text{ mm}^3$$

Gelme kismi (Alt kismi)

$$\text{Gövde alt parça } A = 10 \cdot 580 = 5800 \text{ uzaklık} \rightarrow 290 \Rightarrow 5800 \cdot 290$$

$$\text{Alt basılık } A = 2000 \text{ uzaklık} = 590 \rightarrow 2000 \cdot 590$$

$$Q_f = 2862000$$

$$\text{Plastik kesit modülü } W_{p,x} = Q_c + Q_f = 4.164 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$M_{p,x} = \gamma_y W_{p,x} = 355 \cdot 4.164 \cdot 10^6 = 1.478 \text{ KN/m}$$

Sekil Faktörü (X):

$$K = \frac{W_{p,x}}{W_{e,alt}} = \frac{4.164}{2.862} = 1,459 > 1 \checkmark$$

2) Y ekseni için (Zayıf Eksen)

$$\boxed{h} \frac{hb^3}{12}$$

$$2.1) I_y: \text{Üst basılık} = 20 \cdot 300^2 / 12 = 45 \cdot 10^6$$

$$\text{Gövde} = \frac{760 \cdot 10^3}{12} = 63.333$$

$$\text{Alt basılık} = \frac{20 \cdot 100^3}{12} = 1,67 \cdot 10^7$$

$$I_y = 4,673 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

2.2 Elastik ve plastik modeller, kapasiteler

$$W_{e,y} = \frac{I_y}{c_y} = \frac{4,673 \cdot 10^7}{180} = 3,115 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Plastik modül} &= Z_y = \sum_{\substack{\text{üst} \\ \text{alt}}} \frac{+b^2}{4} \\ \frac{20 \cdot 300^2 + 20 \cdot 100^2 + 760 \cdot 10^2}{4} &= 4569 \cdot 10^3 \end{aligned}$$

$$W_{p,y} = 5,19 \cdot 10^5$$

$$M_{e,y} = 355 \cdot 3,115 \cdot 10^5 = 110,6 \text{ kNm}$$

$$K = \frac{W_p}{W_e} = 1,666 > 1$$

$$M_{p,y} = 355 \cdot 5,19 \cdot 10^5 = 184,2 \text{ kNm}$$

2. şekil :

Geometri ve Matzeme:

$$D_o = 323 \text{ mm} \rightarrow R_o = 161,5 \text{ mm}$$

$$t = 12 \text{ mm} \rightarrow R_i = 149,5 \text{ mm}$$

upe

$$A = 5660 \text{ cm}^2 \rightarrow 5660 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 3240 \text{ cm}^4 \rightarrow 3240 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 152 \text{ cm}^4 \rightarrow 152 \text{ mm}^4$$

$$W_{e,x} = 2160 \text{ cm}^3 \rightarrow 2,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

(U kanal için $k \rightarrow 1,10 - 1,15$)

$$W_{p,x} \approx 1/2$$

upe dış yüzeyinden boru merkezine mesafe :

$$x_c = R_o + 29,9 + 29,5 = 218,9 \text{ mm}$$

$$\text{Matzeme} = S355 \quad f_y = G_y = 355 \text{ N/mm}^2$$

1) Boru tek basına (simetrik $x=y$)

$$A_{\text{tube}} = \pi (R_o^2 - R_i^2) = 11724,4 \text{ mm}^2$$

$$I_{\text{tube},x} = I_{\text{tube},y} = \frac{\pi}{4} (R_o^4 - R_i^4) = 1,4196 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$W_{e,\text{tube}} = \frac{1}{R_o} = 5,790 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$W_{p,\text{tube}} = \frac{4}{3} (R_o^3 - R_i^3) = 1,161 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

2) Ağırlik Merkezi (kompozit)

Kesit sağ-sol ve üst-alt simetrik \bar{x} ve $\bar{y}=0$ (boru merkezinde)

$$A_{\text{top}} = A_{\text{tube}} + 2A_{\text{upe}} = 11724,4 + 2 \cdot 5660 = 23044 \text{ mm}^2$$

3) Atalet momentleri

x ekseni (güçlü eksen) :

$$I_x = I_{x,\text{tube}} + 2I_{x,\text{upe}} = 1,4196 \cdot 10^8 + 2(3,74 \cdot 10^8) = 7,901 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

y ekseni (zayıf eksen) :

$$I_y = I_{y,\text{tube}} + 2(I_{y,\text{upe}} + A_{\text{upe}} x_c^2)$$

$$1,4196 \cdot 10^8 + 2(1,52 \cdot 10^6 + 5660 \cdot (218,9)^2) = 6,874 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

4) Elastik Kesit Modülleri : $W_e = I/c$

X yarısı : en uzak lif mesafesi $C_x = 161.5 \text{ mm}$

$$W_{e,x} = \frac{I_x}{C_x} = \frac{7.901 \cdot 10^8}{161.5} = 4.891 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

Y yarısı : sağdaki en dış noktası UPE nin dış yüzü

$$C_y = R_o + 29.9 = 191.4 \text{ mm}$$

$$W_{e,y} = \frac{I_y}{C_y} = \frac{6.874 \cdot 10^8}{191.4} = 3.592 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

(elastik akma c de başlar)

5) Plastik Kesit modülleri :

PNA , dairesel simetriden ötürü merkezden geçer . Toplam W_p , perçalardan PNA'ya göre bininci momentlerinin toplamıdır.

$$\begin{aligned} W_{p,x} &= W_{p,tube} + 2W_{p,x,upe} \\ &= 1.161 \cdot 10^6 + 2(2.419 \cdot 10^6) = 5.999 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Y yarısı (PNA dikdörtgen , $x=0$)

Dairesel simetriden dolayı PNA , y ekseni düz , Sağ koldaki (UPE) tüm noktalar $x>0$ dir ;

$$\int x_i dA = A \cdot x_c \quad (\text{Y için Ayrıca plastik modül gerçektir})$$

$$W_{p,y} = W_{p,tube} + 2A_{upe} x_c = 1.161 \cdot 10^6 + 2 \cdot 5660 \cdot 218.9 = 3.639 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

6) Momen Kapasiteleri ve Sekil faktörleri :

$$M_e = f_y W_e \quad M_p = f_y \cdot W_p \quad K = \frac{W_p}{W_e}$$

	$W_e (\text{mm}^3)$	$W_p (\text{mm}^3)$	$M_e (\text{kNm})$	$M_p (\text{kNm})$	K
X	$4.891 \cdot 10^6$	$5.999 \cdot 10^6$	1736	2130	1.23
Y	$3.592 \cdot 10^6$	$3.639 \cdot 10^6$	1275	1292	1.01

Soru 3:

Geometri ve Matemati:

TüBO : $D_o = 323 \rightarrow R_o = 161,5 \text{ mm}$ $t = 12 \text{ mm}$ $R_i = 149,5 \text{ mm}$

UPE 300 \rightarrow $A = 5660 \text{ mm}^2$ $h = 300 \text{ mm}$ $h_i = 290 \text{ mm}$
 $I_x = 3,24 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$ $b = 100 \text{ mm}$ $f_y = f_g = 355 \text{ MPa} = 355 \text{ N/mm}^2$
 $I_y = 1,52 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ $t_f = 15 \text{ mm}$ $t_w = 9,5 \text{ mm}$

1) Bölgelerin basına (X ve Y aynı)

$$A_t = \pi \cdot (R_o^2 - R_i^2) = 11724,4 \text{ mm}^2$$
$$I_t = \frac{\pi}{4} \cdot (R_o^4 - R_i^4) = 3,4186 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$W_{et} = \frac{I_t}{R_o} = 8,790 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$W_{pt} = \frac{4}{3} (R_o^3 - R_i^3) = 1,161 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

2) Ağırlık Merkezi:

$$\bar{y} = 0 \text{ (tüp merkezi)} \quad \text{Toplam alan: } A_{top} = A_t + 2A_{upe}$$

$$11724,4 + 2 \cdot 5660 = 23044 \text{ mm}^2$$

3) Atalet momentleri

3.1) X ekseni (güçlü eksen)

UPE'lerde $Y_c = 191,4 \text{ mm}$ ötede

$$I_x = I_t + 2(I_{x, \text{upe}} + A_{upe} Y_c^2)$$

$$I_x = 3,4186 \cdot 10^8 + 2(3,24 \cdot 10^8 + 5660 \cdot 191,4^2) = 1,205 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

3.2) Y ekseni (zayıf eksen)

UPE'lerde X te merkezleri hizalı

$$I_y = I_t + 2I_{y, \text{upe}} = 3,4186 \cdot 10^8 + 2 \cdot (1,52 \cdot 10^6) = 3,449 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

4) $W_e = I/c$

X yönü : En uzaklif ast UPE'nin ast kenarı:

$$c_x = Y_c + \frac{h}{2} = 191,4 + 150 = 341,4 \text{ mm}$$

$$W_{ex,x} = \frac{I_x}{c_x} = \frac{1,205 \cdot 10^9}{341,4} = 3,53 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

3) yarım : En uzağın lif boyu yorumlanır (UPE genisliği 100 → 50mm < 161,5

$$C_y \text{ mm} = 161,5 \text{ mm}$$

$$W_{ey} = \frac{3y}{C_y} = \frac{1,1919 \cdot 10^5}{161,5} = 8,97 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

5) Plastik kırıştır modelleri ($PNA = y = 0$ ve $x = 0$)

5.1 x yarımı (PNA yatay eksen, $y=0$)

ost UPE'nin tüm noktaları $y>0$, alt uponun tümü $y<0$

$$\int y dA = Ayc$$

(seklin kalınlığı simetrik olduğundan ek bir yerel W_p almıyor)

$$W_{p,x} = W_{pit} + 2A_{upe}yc = 1,161 \cdot 10^6 + 2,5560 \cdot 191,4 = 3,133 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

5.2 y yarımı (PNA dikey eksen, $x=0$)

UPE'ler x yarında ofsetsiz, kendi yerel W_p 'leri toplar.

$$W_{py,flor} = \frac{\frac{bf}{4} \cdot b^2}{4} = \frac{15 \cdot 100^2}{4} = 37500 \text{ mm}^3 = 2x = 75000$$

$$W_{py,web} = \frac{hi \cdot tw^2}{4} = \frac{275 \cdot 915^2}{4} = 6092 \text{ mm}^3$$

$$W_{py,upe} \approx 81092 \text{ mm}^3$$

$$W_{py} = W_{pit} + 2W_{py,upe} = 1,161 \cdot 10^6 + 2 \cdot 81092 \cdot 10^4 = 1,323 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

6) Kapasiteler ve Şekil faktörleri

$$N_e = f_y (W_e) \quad N_p = f_y \cdot W_p \quad f = \frac{W_p}{N_e}$$

Dogrultu	$W_e (\text{mm}^3)$	$W_p (\text{mm}^3)$	$M_e (\text{kNm})$	$M_p (\text{kNm})$	k
x	$3,53 \cdot 10^6$	$3,133 \cdot 10^6$	1251	1181	0,94
y	$8,97 \cdot 10^5$	$1,323 \cdot 10^6$	318	469	1,47