

Soru 1) Şekilde gösterilen eleman, $\alpha = 45^\circ$ 'lik bir açı altında $F = \pm 18 \cdot 10^3$ N'luk tam değişken bir kuvvetle zorlanmaktadır. Parça malzemesi St 70, kaynak kalınlığı $a = 5$ mm, çentik faktörü $k_{kç} = 2.5$, I. Kalite kaynak, $h = 45$ mm, $b = 25$ mm olarak verilmektedir.

Emniyet katsayısı $S = 2$ için uygulanabilecek maksimum eğilme momentini (M_e) ve parça uzunluğunu (L) belirleyiniz.

Çözüm:

Malzemenin kopma dayanımı St 70 için Cetvel 1.2'den:

$$\sigma_K = (700 \dots 850) \rightarrow 800 \text{ MPa seçilir.}$$

Cetvel 1.2. Genel imalat çeliklerinin mukavemet değerleri (DIN 17100'e göre)

Gösteriliş			Mukavemet değerleri (MPa)				
1	2	3	σ_K	σ_{AK}	$\sigma_{ÇD}$	σ_D	τ_D
St 33-1	St 33-2		330 ... 500	180			
St 34-1	St 34-2		340 ... 420	200		170	90
St 37-1	St 37-2	St 37-3	370 ... 450	230	120	170	100
St 42-1	St 42-2	St 42-3	420 ... 500	250	135	190	110
	St 44-2	St 44-3	430 ... 580	265			
St 50-1	St 50-2	St 50-3	500 ... 600	290	180	240	140
			520 ... 620	350	180	210	130
St 60-1	St 60-2		600 ... 720	330	200	280	160
	St 70-2		700 ... 850	360	230	320	190

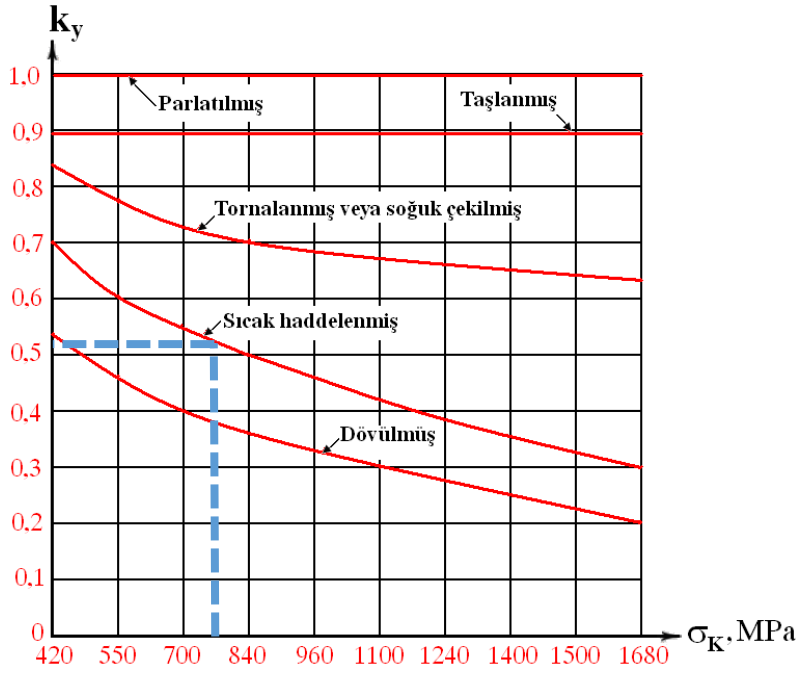
Not: a. σ_{AK} değerleri, 16 ... 40 mm kalınlıktaki parçalar içindir.
16 mm' den küçük kalınlıklar için, 10 MPa eklenir.
40 ... 100 mm kalınlıklar için, 10 MPa azaltılır.

- b.** 1. grup - genel istekler için;
2. grup-yüksek istekler için;
3. grup - özel istekler içindir.

Sürekli mukavemet sınırı:

$$\sigma_D \cong 0,5 * \sigma_K = 0,5 * 800 = 400 \text{ MPa}$$

Şekil 1.31'den $\sigma_K = 800 \text{ MPa}$ ve sıcak haddelenmiş çelik için $k_y = 0,52$ alınır.



Şekil 1.31. Yüzey pürüzlülük faktörü k_y

Kaynak kalınlığı $a = 5$ mm için Cetvel 1.9'dan $k_b = 1$ alınır.

Cetvel 1.9. Boyut faktörü k_b değerleri

Çap veya genişlik	Boyutlar mm							
	≤ 10	20	30	50	100	200	250	≥ 300
d veya b								
Boyut faktörü k_b	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,57	0,56	0,55

Kaynak kalite faktörü, 1. kalite için Cetvel 3.2'den, $k_k = 1$ alınır.

Cetvel 3.2. Kaynak kalite faktörü k_k değerleri

Kaynak kalite faktörü	Kaynak kalitesi		
	I. kalite	II. kalite	III. kalite
k_k	1,0	0,8	0,5

Kaynak dikişi köşe kaynağı olduğu için, emniyet gerilmesi kayma gerilmesi gibi göz önüne alınır.

$$\tau_{kDem} = \sigma_{kDem} = \frac{\tau_{kD}^*}{S} = k_k \frac{k_b k_y}{k_{k\zeta}} * \frac{\sigma_D}{S} = 1 * \frac{1 * 0,52}{2,5} * \frac{400}{2} = 41,6 \text{ MPa}$$

Parçayı zorlayan F kuvveti:

$$F_1 = F \cos \alpha = 18 * 10^3 * \cos 45^\circ = 12,73 * 10^3 \text{ N}$$

$$F_2 = F \sin \alpha = 18 * 10^3 * \sin 45^\circ = 12,73 * 10^3 \text{ N}$$

F_1 kuvveti kaynak dikişini kesme ve çekmeye zorlar, yani bileşik gerilme meydana getirir. Basitleştirmek amacıyla sadece çekme gerilmesi dikkate alınır;

Dikiş alanı:

$$A_k = (b + 2a)(h + 2a) - bh = (25 + 2 * 5)(45 + 2 * 5) - 25 * 45 = 800 \text{ mm}^2$$

Köşe kaynağında çekme gerilmesi kayma gerilmesi gibi göz önüne alındığından;

$$\tau_{kF1} = \frac{F_1}{A_k} = \frac{12,73 * 10^3}{800} = 15,91 \text{ MPa}$$

Kesitin atalet ve mukavemet momentleri:

$$I_k = \frac{(b + 2a)(h + 2a)^3}{6} - \frac{bh^3}{6} = \frac{(25 + 2 * 5)(45 + 2 * 5)^3}{6} - \frac{25 * 45^3}{6} \cong 590833 \text{ mm}^4$$

$$W_k = \frac{I_k}{\frac{h}{2} + a} = \frac{590833}{\frac{45}{2} + 5} \cong 21485 \text{ mm}^3$$

F_2 kuvveti ise kaynak dikişini kesmeye ve eğilmeye zorlar.

Kesme gerilmesi:

$$\tau_{kF2} = \frac{F_2}{A_k} = \frac{12,73 * 10^3}{800} = 15,91 \text{ MPa}$$

Eğilme gerilmesi τ_{kM2} olmak üzere;

Bileşik gerilme hesaplanır ve kontrolü yapılırsa;

$$\tau_{k\Sigma} = \sqrt{(\tau_{kF2} + \tau_{kM2})^2 + \tau_{kF1}^2} = \sqrt{(15,91 + \tau_{kM2})^2 + 15,91^2} \leq \tau_{kDem} = 41,6 \text{ MPa}$$

$$(15,91 + \tau_{kM2})^2 + 15,91^2 = 41,6^2 \rightarrow \sqrt{(15,91 + \tau_{kM2})^2} = \sqrt{1477,4319}$$

$$15,91 + \tau_{kM2} \cong 38,44 \text{ MPa} \rightarrow \tau_{kM2} = 22,53 \text{ MPa}$$

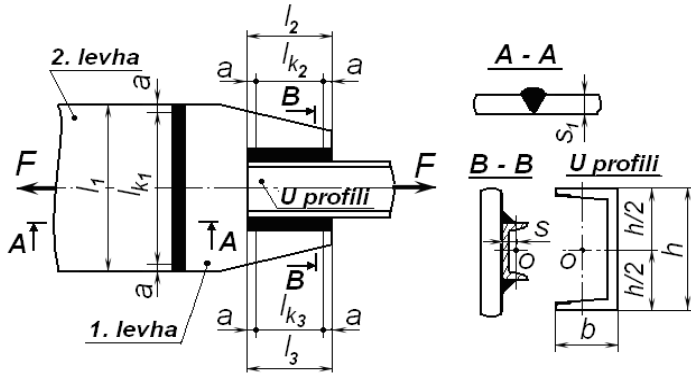
Eğilme Momenti:

$$\tau_{kM2} = \frac{M_e}{W_k} = \frac{M_e}{21485} = 22,53 \rightarrow M_e = 21485 * 22,53 = 484057,05 \text{ Nmm}$$

Parça Uzunluğu:

$$M_e = F_2 L = 12,73 * 10^3 * L = 484057,05 \rightarrow L = \frac{484057,05}{12,73 * 10^3} \cong 38,02 \cong 38 \text{ mm}$$

bulunur.



Soru 2) Şekildeki çelik konstrüksiyonda malzemeleri St60 olan 1.levha ile 2.levha V alın kaynağı ve U 120 x 7 (h = 120 mm, b = 55 mm, e = h/2 = 60 mm, s = 7 mm) profili ile 1. Levha ise yan köşe kaynağı ile birleştirilmektedir.

Konstrüksiyon $F = \pm 60 \cdot 10^3$ N'luk çekme kuvveti ile tam değişken zorlanmaya maruz kalmaktadır.

U profilinin köşe kaynağının ve levhalarda ise alın kaynağının etken ve gerçek uzunluklarını bulunuz.

Levhaların kalınlığı $s_1 = 18$ mm, kaynak I. Kalite, emniyet faktörü $S = 2$, $k_y = 0,76$, V alın kaynağı için $K_{kç} = 2$, yan köşe kaynağı için $K_{kç} = 4$ ve $k_b = 1$ olarak verilmektedir.

Çözüm:

Malzemenin kopma dayanımı St 60 için Cetvel 1.2'den;

$$\sigma_K = (600 \dots 720) \rightarrow 650 \text{ MPa seçilir.}$$

Cetvel 1.2. Genel imalat çeliklerinin mukavemet değerleri (DIN 17100'e göre)

Gösteriliş			Mukavemet değerleri (MPa)				
1	2	3	σ_K	σ_{AK}	$\sigma_{ÇD}$	σ_D	τ_D
St 33-1	St 33-2		330 ... 500	180			
St 34-1	St 34-2		340 ... 420	200		170	90
St 37-1	St 37-2	St 37-3	370 ... 450	230	120	170	100
St 42-1	St 42-2	St 42-3	420 ... 500	250	135	190	110
	St 44-2	St 44-3	430 ... 580	265			
St 50-1	St 50-2	St 50-3	500 ... 600	290	180	240	140
			520 ... 620	350	180	210	130
St 60-1	St 60-2		600 ... 720	330	200	280	160
	St 70-2		700 ... 850	360	230	320	190

Not: a. σ_{AK} değerleri, 16 ... 40 mm kalınlıktaki parçalar içindir.
16 mm' den küçük kalınlıklar için, 10 MPa eklenir.
40 ... 100 mm kalınlıklar için, 10 MPa azaltılır.

**b. 1. grup - genel istekler için;
2. grup-yüksek istekler için;
3. grup - özel istekler içindir.**

Sürekli mukavemet sınırı:

$$\sigma_D \cong 0,5 * \sigma_K = 0,5 * 650 = 325 \text{ MPa}$$

Çekmeye zorlanan köksüz alın V kaynak dikişinde çekme gerilmesi meydana gelir.

$$\sigma_{kDem} = k_k \frac{k_b k_y}{k_{kç}} * \frac{\sigma_D}{S} = 1 * \frac{1 * 0,76}{2} * \frac{325}{2} = 61,75 \text{ MPa}$$

Çekmeye zorlanan çift yan köşe kaynak dikişinde çekme gerilmesi kayma gerilmesi gibi göz önüne alınabilir. Bunun için çekme ve kayma gerilmeleri eşit olur.

$$\tau_{kDem} = k_k \frac{k_b k_y}{k_{kç}} * \frac{\sigma_D}{S} = 1 * \frac{1 * 0,76}{4} * \frac{325}{2} \cong 30,88 \text{ MPa}$$

Alın kaynak dikişinin hesabı;

1. levha ile 2. Levha V kaynağı ile birleştirilmektedir. Meydana gelen çekme gerilmesi:

$$\sigma_{çk} = \frac{F}{s_1 l_{k1}} \leq \sigma_{kDem}$$

ifadesinden kaynak dikişinin etken uzunluğu:

$$l_{k1} = \frac{F}{s_1 \sigma_{kDem}} = \frac{60 * 10^3}{18 * 61,75} \cong 53,98 \cong 54 \text{ mm}$$

Alın kaynak dikişinin gerçek uzunluğu:

$$l_1 = l_{k1} + 2a = l_{k1} + 2s_1 = 54 + 2 * 18 = 90 \text{ mm}$$

Profil kaynak dikişinin hesabı;

Levha ile U 120 x 7 (h = 120 mm, b = 55 mm, e = h/2 = 60 mm, s = 7 mm) profili çift köşe yan kaynak dikişi ile birleştirilmektedir.

Meydana gelen kayma gerilmesi

$$\tau_k = \frac{F}{1,4s l_{\Sigma k_2}} \leq \tau_{kDem}$$

ifadesinden kaynak dikişinin etken uzunluğu:

$$l_{\Sigma k_2} = \frac{F}{1,4s \tau_{kDem}} = \frac{60 * 10^3}{1,4 * 7 * 30,88} \cong 198,27 \text{ mm} \cong 200 \text{ mm}$$

U profilinde ağırlık O merkezinden geçen simetri ekseni tam ortada olduğu için ve F kuvveti bu eksen boyunca etki gösterdiğinden köşe kaynağının yan tarafındaki etken ve gerçek uzunluklar bir birine eşit olmakla beraber, kaynak dikişinin tam uzunluğunun yarısına eşittir.

Bu bakımdan kaynak dikişinin uzunlukları:

$$l_{k2} = l_{k3} = \frac{l_{\Sigma k_2}}{2} = \frac{200}{2} = 100 \text{ mm}$$

Gerçek uzunluklar ise;

$$l_2 = l_3 = l_{k2} + 2a = l_{k2} + 2 * 0,7s = 100 + 1,4 * 7 = 109,8 \cong 110 \text{ mm}$$

olarak bulunur.

Hazırlayanlar: Prof. Dr. Burhan SELÇUK, Araş. Gör. Lutuf ERTÜRK

Kaynak Kitap: Makine Elemanları Problemleri, Dr.İsfendiyar BAKŞIYEV, Dr. Burhan SELÇUK, 1.Basım, Nobel Yayınevi, Ekim 2012