

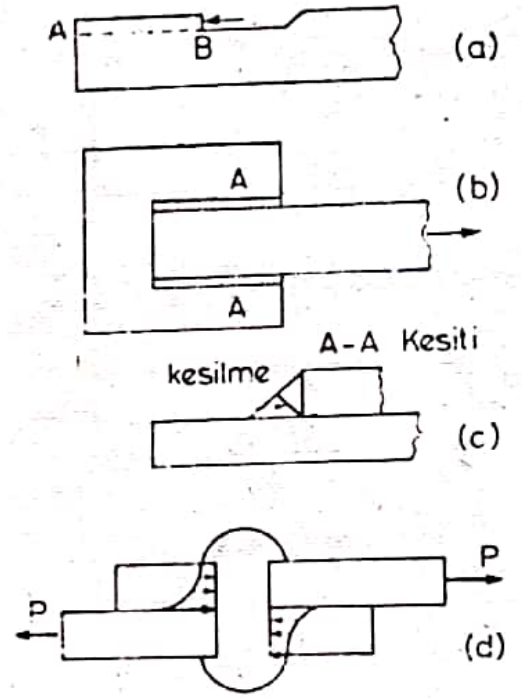
6. KESME HALİ

6.1. Pratik Örnekler ve Gerilme Hesabı. Şimdiye kadar yalın hallerden ikisini inceledik: Normal kuvvet ve burulma. Üçüncü bir yalın hal olarak, çubuk kesitlerinde yalnız kesme kuvveti bulunması düşünülebilir; ancak bu mümkün değildir. Çubukta kesme kuvveti varsa, $dM/dz=T$ formülü gereğince eğilme momenti de bulunur. Bu nedenle yalın kesme hali söz konusu olamaz. Sadece, eğilme momentinin ihmal edilebileceği durumlar vardır, bunlarda yalın kesme halinden söz edilebilir.

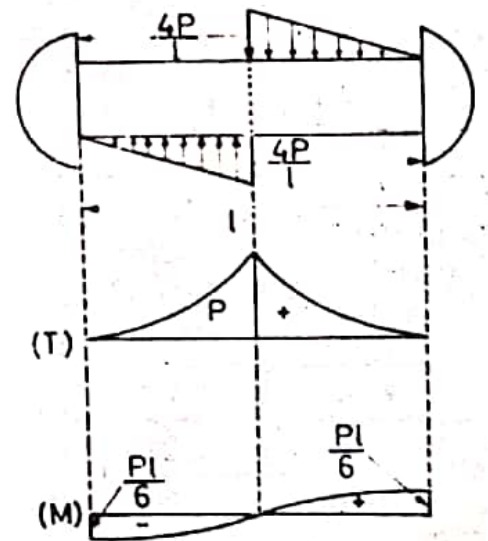
Pratikte rastlanan böyle birkaç örnek Şek. 6-1'de gösterilmiştir. (a) halinde kuvvet kolu çok kısa olduğundan AB boyunca yalnız kesme etkisi geldiği kabul edilir. (b) halindeki kaynaklara da aynı nedenle yalnız kesme kuvveti gelir. Kaynakta kesme etkisindeki alan Şek. 6-1c'de gösterilmiştir.

Kesme kuvvetinin ön planda geldiği bir yapı elemanı da perçinlerdir. Şek. 6-1d'de buna ait bir örnek verilmiştir. Kuvvetlerin perçinler üzerine dağılışı deneylerle şekilde gösterildiği gibi bulunmuştur. Bu yayılışı lineer kabul ederek çizilen kesme kuvveti ve eğilme momenti diyagramları Şek. 6-2'de çizilmiştir. Diyagramların incelenmesi, böyle bir perçinde ön planda olan etkinin gerçekten kesme kuvveti olduğunu ortaya koymaktadır.

Bütün bu örneklerde gerilme hesabı yaklaşık bir formülle yapılmaktadır. Bu da kesme kuvvetinden meydana gelen kayma gerilmelerinin, kesilen alana *düzgün* yayıldığını kabul ederek elde edilir.



Şek. 6-1



Şek. 6-2

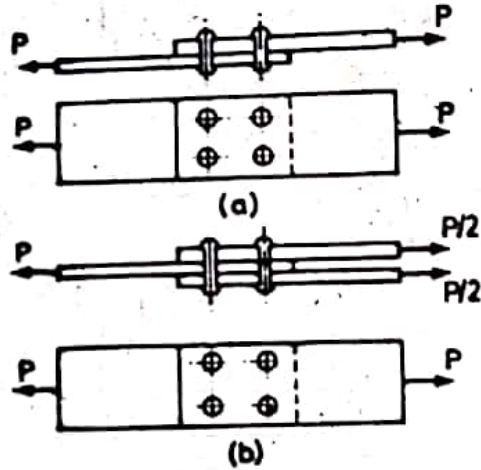
Yani ortalama kayma gerilmesi esas alınır. Buna göre gerilme formülü

$$\tau = \frac{T}{F} \quad (6.1)$$

ve boyutlandırma formülü

$$\frac{T}{F} \leq \tau_{em} \quad (6.2)$$

olur.



Şek. 6-3

6.2. Perçin Hesabı. Perçinler çelik levhaları eklemekte kullanılır. Ham perçin kızıl dereceye kadar ısıtılarak, çapı 1 mm büyük açılmış perçin deliğine sokulur ve dövülür; böylece levhalar eklenir. Eklemede ya iki levha üstüste bindirilir (tek etkilide), veya karşı karşıya getirildikten sonra üst ve altına birer ek levhası konur (çift etkilide) (Şek. 6-3). Tek etkilide perçin bir kesitten kesilir, çift etkilide iki kesitten kesilir. Etkiyen P yükünün bütün perçinlere eşit dağıldığı kabul edilir (yük doğrultusundaki perçin sıraları arttıkça bu kabul gerçekten uzaklaşır). O halde perçin sayısı n ise, bir perçinde ortaya çıkan kesme kuvveti

$$\text{tek etkilide} \quad T = P/n$$

$$\text{çift etkilide} \quad T = P/2n$$

olur. Böylece boyutlandırma formülü, d perçin çapı olmak üzere şu hale gelir:

$$\text{tek etkilide} \quad \frac{P}{n \cdot \frac{\pi d^2}{4}} \leq \tau_{em} \quad (6.3)$$

$$\text{çift etkilide} \quad \frac{P}{2n \cdot \frac{\pi d^2}{4}} \leq \tau_{em} \quad (6.4)$$

Tablo 6.1

En ince levha kalınlığı (mm)	Ham perçin çapı (d) (mm)
4 - 8	12
> 6 - 8	16
> 8 - 12	20
> 12 - 18	24
> 18	29

Böylece P kuvveti ve τ_{em} bilindiğine göre perçin hesabında iki bilinmeyen ortaya çıkar: n perçin sayısı ve d perçin çapı. Pratikte bu problem şöyle çözülür; d perçin çapı, eklenecek levhaların kalınlığı göz önüne alınarak seçilir, ondan sonra perçin sayısı formülden hesaplanır. Eklenecek levha kalınlığına göre tavsiye edilen perçin çapları Tablo 6.1 de verilmiştir.

(6.3) ve (6.4) formülleri ile perçin sayıları hesaplanırsa perçinin kesilmemesi sağlanmış olur. Ancak perçin sayısını bulmakta kesme kuvvetinin etkisinden başka bir etkiyi de göz önüne almak gereklidir. Bu da delik kenarındaki ezilmedir. Delik kenarına gelen yükler Şek. 6-4'teki gibi bir dağılım göstermekte ise de hesaplarda bu dağılımın çap üzerine düzgün olduğu kabul edilir. Böylece ezilme gerilmesi

$$\sigma_l = \frac{P}{n d t_{min}}$$

olur. Ezilme için emniyet gerilmesi $\sigma_{l\text{ em}}$ ise, perçin sayısının hesabı için formül

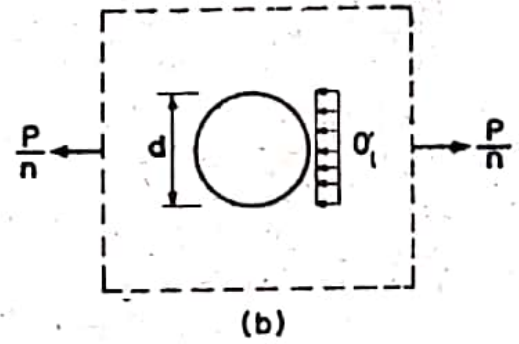
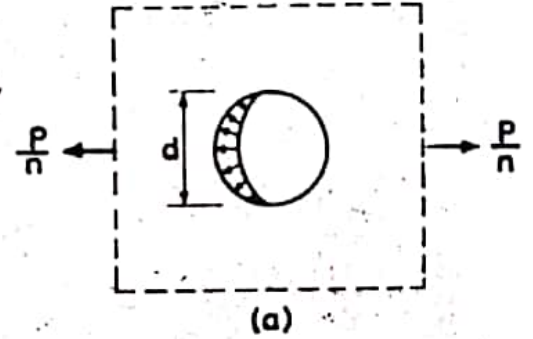
$$\frac{P}{n d t_{min}} \leq \sigma_{l\text{ em}} \quad (6.5)$$

olur. St. 37 den yapılan levhaların eklenmesinde kullanılan perçinde $\tau_{em} = 1400 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_{l\text{ em}} = 2800 \text{ kg/cm}^2$ dir. Bu göz önünde bulundurularak yapılan inceleme tek etkilide kesmeye göre, çift etkilide ezilmeye göre hesap yapmak gerektiğini gösterir. Yani tek etkili halde (6.3) formülü, çift etkili halde (6.5) formülü kullanılır. Bununla birlikte her iki halde de ikinci ihtimal için sağlama yapılır.

Perçin sayısı kesirli çıkarsa bir yükseği alınır. En az iki perçin kullanılır.

Perçin sayısı bulunduktan sonra perçinlerin yerleştirme düzeni saptanır. Perçin aralıkları, kenarlardan uzaklıklar için yapı tüzüklerinde verilen sınırlamalara uymak gereklidir.

Perçinlerle eklenen levhalarda perçin deliği nedeniyle kesit azalması, levhanın dayanıklılığı bakımından, göz önünde tutulur. Bir sıradaki perçin sayısı çoğaldıkça bu zayıflama artar. İki perçin varsa b yerine $b - 2d$ alınır. Yalnız zikzak tertipte zayıf kesitin hesabında ne şekilde hareket edileceği Örnek Prob. 6.3'te açıklanmıştır.

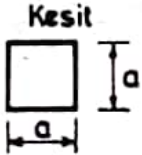
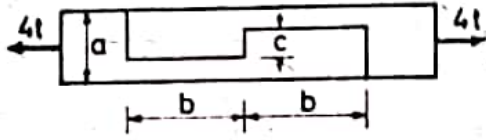


Şek. 6-4

ÖRNEK PROBLEM 6 - 1

Şekilde gösterilen ekte a , b , c boyutlarını hesaplayınız.

$$\sigma_{em çek} = 100 \text{ kg/cm}^2, \quad \sigma_{em bas} = 85 \text{ kg/cm}^2, \quad \tau_{em} = 9 \text{ kg/cm}^2$$



Çözüm. Çekme ve basınç yönünden şu şartlar sağlanmalıdır:

Çekmede en zayıf kesit $1/2(a-c)a$ dir, basınçta ise $c \cdot a$ dir. O halde

$$\frac{4000}{\frac{1}{2}(a-c)a} \leq 100, \quad \frac{4000}{ca} \leq 85$$

olmalıdır. Buradan

$$a = 11,3 \text{ cm} \quad c = 4,2 \text{ cm}$$

bulunur.

b boyu kesilmeye göre hesap edilecektir. Kesilen alan $b \cdot a$ olduğuna göre

$$\frac{4000}{b \cdot a} \leq \tau_{em} = 9 \text{ kg/cm}^2$$

$$b \geq \frac{4000}{11,3 \cdot 9} = 39,4 \text{ cm} \quad b = 39,4 \text{ cm}$$

olarak bulunur.

ÖRNEK PROBLEM 6 - 2

Şekildeki ekte l kaynak dikişinin boyunu hesaplayınız. Kaynakta emniyet gerilmesi $\tau_{k em} = 900 \text{ kg/cm}^2$ dir.

Çözüm. Kesilen alan $2a \cdot l$ olduğundan

$$\frac{P}{2al} \leq \tau_{k em}$$

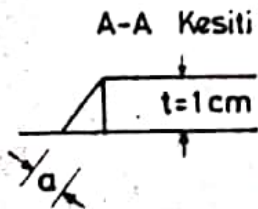
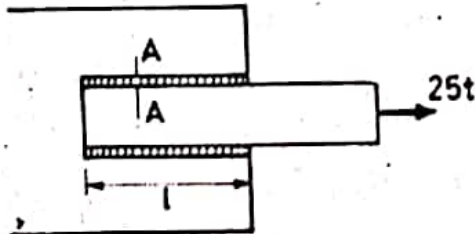
olmalıdır. $a = 0,7 t = 0,7 \text{ cm}$ olduğundan

$$\frac{25000}{2 \cdot 0,7 \cdot l} \leq 900 \quad l \geq \frac{25000}{2 \cdot 0,7 \cdot 900} = 19,8 \text{ cm}$$

elde edilir. Kaynak dikişinin gerçek boyu şartnameye göre

$$l_1 = l + 2a = 19,8 + 2 \cdot 0,7 = 21,2 \text{ cm}$$

olur.



ÖRNEK PROBLEM 6 - 3

Şekildeki ekin taşıyabileceği en büyük çekme kuvvetini hesaplayınız. Levhada $\sigma_{em} = 1400 \text{ kg/cm}^2$, perçinlerde $\tau_{em} = 1400 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_{l\ em} = 2800 \text{ kg/cm}^2$ dir.

Çözüm. Bir perçinin taşıyabileceği yük

(a) Kesmeye göre

$$Q_1 = 2 \cdot \tau_{em} \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{2 \cdot 1400 \cdot \pi (1,7)^2}{4} = 6360 \text{ kg}$$

(b) Ezilmeye göre

$$Q_2 = d \cdot t_{min} \cdot \sigma_{l\ em} = 1,7 \cdot 1 \cdot 2800 = 4760 \text{ kg}$$

olur. Şu halde ezilme esas alınacaktır. 3 perçinin taşıyabileceği kuvvet

$$P_1 = 3 \cdot 4760 = 14280 \text{ kg}$$

bulunur.

Esas levhanın en zayıf noktası, 1 - 1 kesitidir. Her ne kadar 2 - 2 kesitinde levha iki perçin deliği kadar zayıflamış ise de, buradan yırtılma olması için önce 1 - 1 kesitinin mukavemeti sona ermiş olmalıdır. O halde

$$1-1 \text{ de: } P_2 = (b - d) t \sigma_{em} = (10 - 1,7) \cdot 1 \cdot 1400 = 11620 \text{ kg}$$

$$2-2 \text{ de: } P_2 = (b - 2d) t \sigma_{em} + Q_2 \\ = (10 - 2 \cdot 1,7) \cdot 1 \cdot 1400 + 4760 = 14000 \text{ kg}$$

bulunur.

Ek levhası bakımından en zayıf kesit 2 - 2 kesittir:

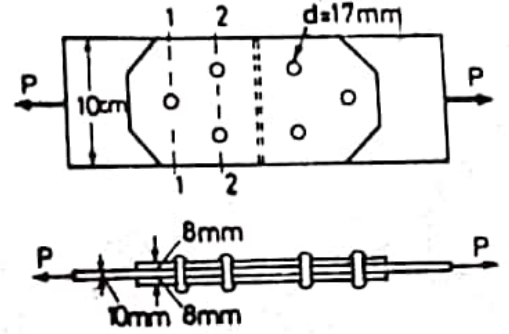
$$P_4 = (b - 2d) \cdot t \cdot \sigma_{em} = (10 - 2 \cdot 1,7) (2 \cdot 0,8) 1400 = 14784 \text{ kg}$$

Taşıyabilecek yük, P_1, P_2, P_3, P_4 'ün içinde en küçüğü olan P_2 değerinden ibarettir.

Buna göre

$$P = 11620 \text{ kg}$$

olur.



ÖRNEK PROBLEM 4 - 4

Şekildeki silindirik tankta iç basınç $p = 20 \text{ kg/cm}^2$, tankın et kalınlığı $t = 15 \text{ mm}$ dir. Tankın çapındaki ve boyundaki değişmeyi bulunuz. $E = 2 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ve $\nu = 0,3$ alınacaktır.

Çözüm. Silindirin üzerindeki bir elemana gelen gerilmeleri hesaplayalım. σ_y 'yi daha önce hesaplamıştık:

$$\sigma_y = \frac{pR}{t} = \frac{20 \cdot 300}{1,5} = 4000 \text{ kg/cm}^2$$

σ_x 'in hesabı için tabana gelen toplam $P = \pi R^2 p$ kuvvetini, çevre alanı olan $2\pi R \cdot t$ 'ye bölmek gereklidir:

$$\sigma_x = \frac{\pi R^2 p}{2\pi R t} = \frac{pR}{2t} = \frac{\sigma_y}{2} = 2000 \text{ kg/cm}^2$$

Hooke kanunundan

$$\epsilon_x = \frac{1}{E} (\sigma_x - \nu \sigma_y) = \frac{1}{2 \cdot 10^6} (2000 - 0,3 \cdot 4000) = 4 \cdot 10^{-4}$$

$$\epsilon_y = \frac{1}{E} (\sigma_y - \nu \sigma_x) = \frac{1}{2 \cdot 10^6} (4000 - 0,3 \cdot 2000) = 17 \cdot 10^{-4}$$

bulunur.

Çap değişmesi :

$$\Delta D = D \cdot \epsilon_y = 600 \cdot 17 \cdot 10^{-4} = 1,02 \text{ cm} = 10,2 \text{ mm}$$

Boy değişmesi :

$$\Delta l = l \cdot \epsilon_x = 800 \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 0,32 \text{ cm} = 3,2 \text{ mm}$$

olur.

