



INSA 473 Çelik Tasarım Esasları

Çekme Çubukları

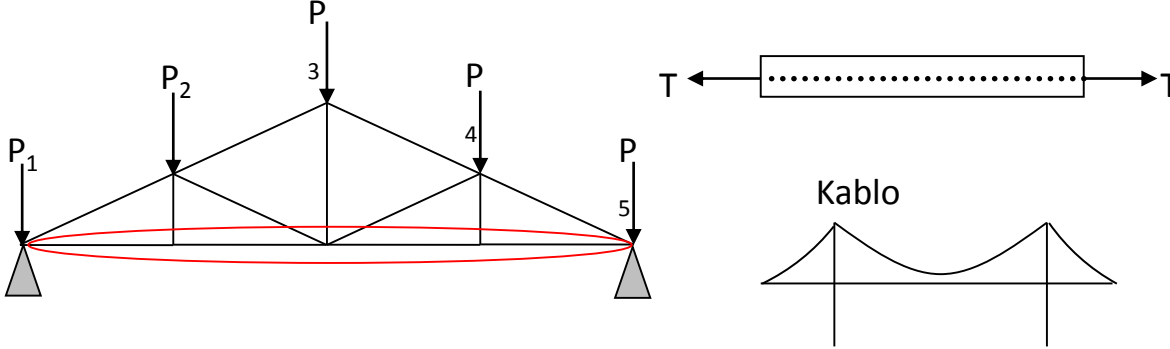




Çelik Yapılar

Çekme Çubukları

Eksenel çekme yükü taşıyan elemanlara **çekme çubukları** denir. Kafes sistem çubukları, gergiler, askılar, kablolar vb. örnek olarak verilebilir.



Çekme çubuğundaki gerilme

$$\sigma = \frac{T}{A_n} \leq \sigma_{em} \quad , \quad \sigma_{em} \leq 0.6\sigma_a$$

$$\sigma_{em} \leq 0.5\sigma_d$$

T Elemandaki çekme kuvveti

σ_{em} çekme çubuğu malzemesinin emniyet gerilmesi

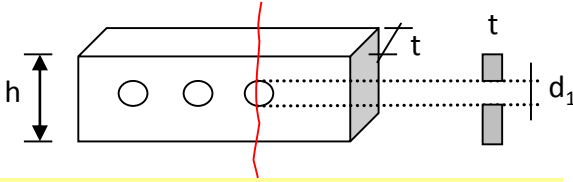
A_n net enkesit alanı (faydalı en kesit alanı)



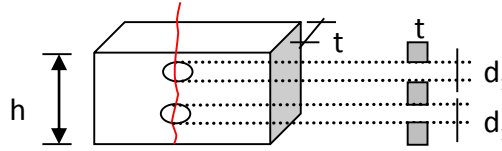
Çelik Yapılar Çekme Çubukları



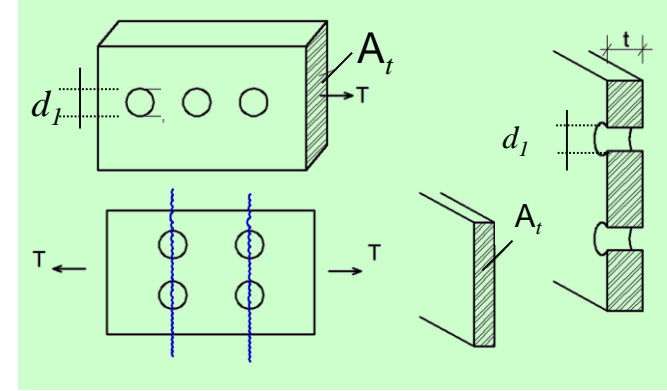
Faydalı alan ya da **net alan** hesabı



$$A_n = A_t - d_i \cdot t = t \cdot h - d_i \cdot t$$



$$A_n = A_t - 2 \cdot d_i \cdot t = t \cdot h - 2 \cdot d_i \cdot t$$



A_t toplam kesit alanı (Brüt alan)

A_n faydalı enkesit alanı (Net alan)

$$d_i = d_b + 2^{mm}$$

$d_b \rightarrow$ cıvatanın anma çapı

- $A_n \leq A_t \times 0.85$
 - $\lambda \leq 250$
- } TS648 Sayfa 6

3.1.2 - Yuk durumuna göre bazen çekmeye ve bazen de basınca çalışan çubukları basınca göre de boyutlandırmak gerekir Bu gibi çubuklarda narınlık $\lambda \leq 250$ olmalıdır



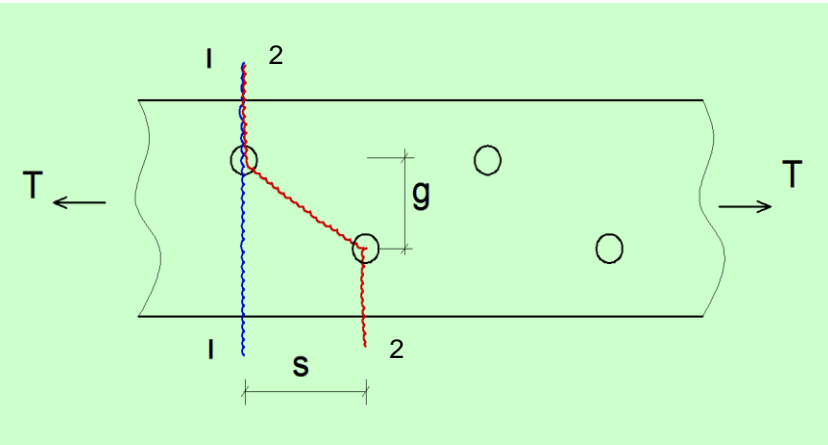
Çelik Yapılar

Çekme Çubukları



Kopma Çizgileri :

Muhtemel kopma çizgileri incelenerek en küçük en kesit alanına sahip olan kopma çizgisi belirlenir.



$$A_n^{2-2} = A_t - \sum_{i=1}^m d_i \cdot t + \sum_{i=1}^n \frac{s^2}{4 \cdot g} \cdot t$$

n: eğik kopma çizgisi sayısı

m: kopma çizgisi üzerindeki civata boşluğu sayısı

t: ortalama kalınlık

g: birbiri ardına gelen boşluklar arasındaki kuvvete dik doğrultudaki mesafe (g → gauge)

s: birbiri ardına gelen iki boşluk arasında kuvvet doğrultusundaki mesafe

(s → spacing)



Çelik Yapılar

Çekme Çubukları



Figure 2-14. *Tension Fracture Limit State*
(Photo by J.A. Swanson and R. Leon,
courtesy of Georgia Institute of Technology)

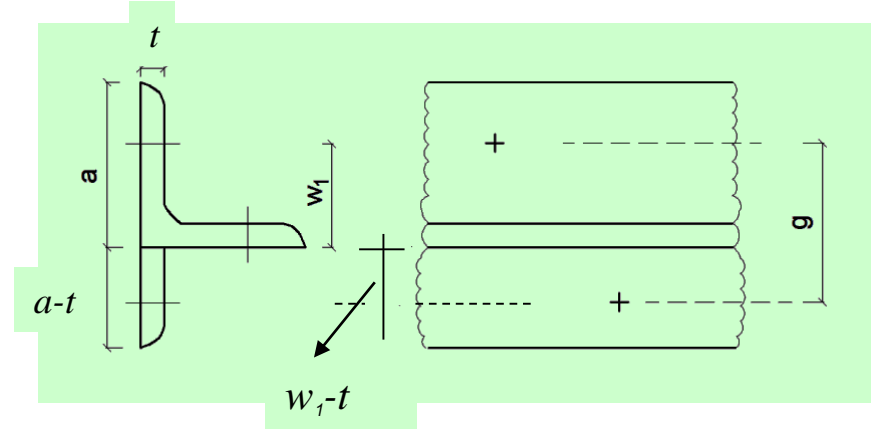
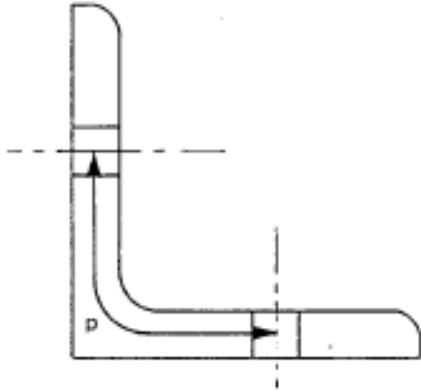
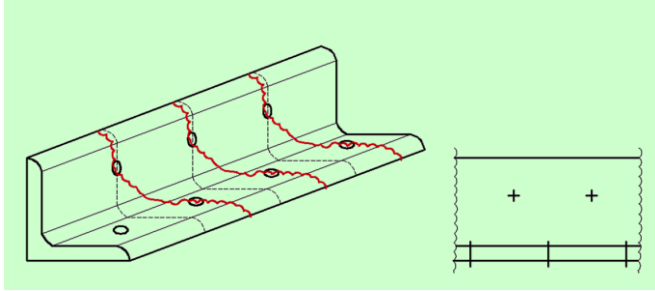


Çelik Yapılar Çekme Çubukları



Hadde Profillerinde Kopma Çizgileri

Köşebentlerde



$$g = w_1 + (w_1 - t)$$

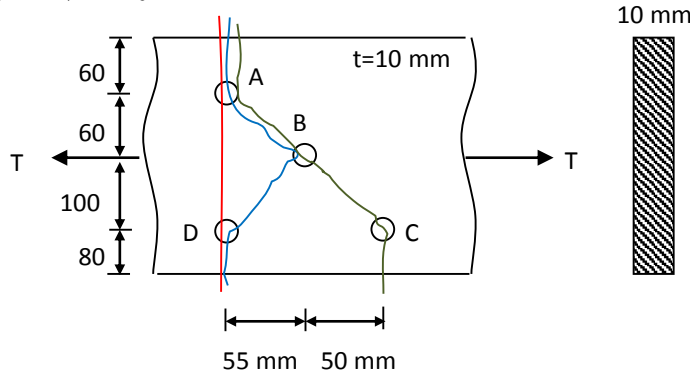


Çelik Yapılar

Çekme Çubukları



ÖRNEK:



$t=10$ mm, M22 civata,

$A_n=?$

ÇÖZÜM:

A-D kopma çizgisi için $A_n^{A-D} = A_t - 2.d_i.t = 30.0 \times 1.0 - 2 \times (2.2 + 0.2) \times 1.0 = 25.2 \text{ cm}^2$

A-B-D kopma çiz. $A_n^{A-B-D} = A_t - 3.d_i.t + \sum_{i=1}^n \frac{s^2}{4.g}.t = 30.0 \times 1.0 - 3 \times (2.2 + 0.2) \times 1.0 + 1.0 \times \left[\frac{5.5^2}{4 \times 6.0} + \frac{5.5^2}{4 \times 10.0} \right] = 24.82 \text{ cm}^2$

A-B-C kopma çizgisi için $A_n^{A-B-C} = 30.0 \times 1.0 - 3 \times (2.2 + 0.2) \times 1.0 + 1.0 \times \left[\frac{5.5^2}{4 \times 6.0} + \frac{5.0^2}{4 \times 10.0} \right] = 24.68 \text{ cm}^2$

$A_n \leq 0.85 \times 30.0 \times 1.0 = 25.5 \text{ cm}^2$

$A_n = 24.68 \text{ cm}^2$

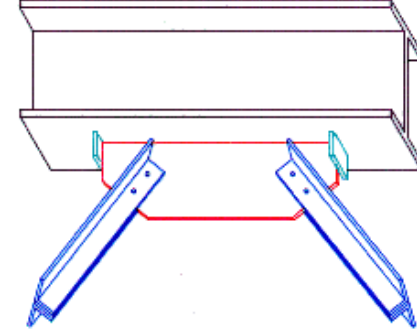
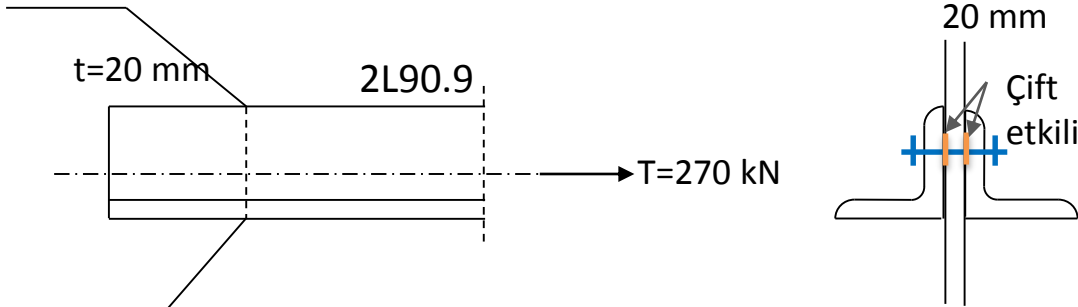


Çelik Yapılar

Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler



ÖRNEK:



Şekilde görülen çekme çubuğu bağ levhası birleşimini Fe37 ve EY yüklemesi için uygun cıvatalı olarak projelendiriniz.

ÇÖZÜM:

L90.9 tablodan $d_1=25 \text{ mm}$

Levha $t=20 \text{ mm}$ $d_1 \leq \sqrt{5t} - 0.2(\text{cm}) \Rightarrow d_1 = \sqrt{5 \times 2} - 0.2 \cong 2.96 \text{ cm}$

$d_1=25 \text{ mm}$, **M24 uygun bulon**



Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler

M24 Uygun bulon (d=25mm)

Tablo 3

- Makaslamaya göre (çift etkili)
- Ezilmeye göre

$$N_m = 2 \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \tau_{em} = 2 \frac{\pi \times 2.5^2}{4} \times 14 = 137.375 \text{ kN}$$

$$N_e = d \times t_{\min} \cdot \sigma_{ez,em} = 2.5 \times 1.8 \times 28 = 126 \text{ kN}$$

$$t_{\min} = \min(9 + 9; 20) = 18 \text{ mm}$$

$$N_{em} = \min(137.375, 126) = 126 \text{ kN}$$

$$n = \frac{T}{N_{em}} = \frac{270}{126} = 2.14 \cong 3 \text{ tane M24 uygun bulon}$$

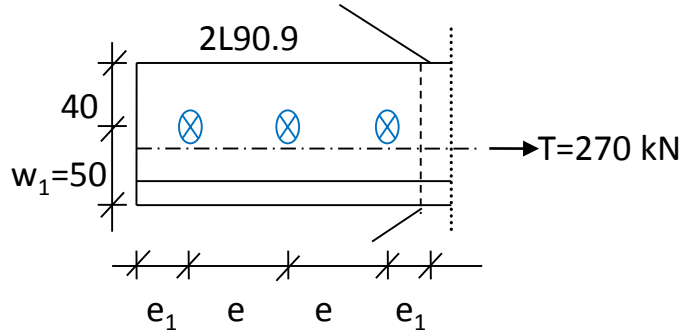


Çelik Yapılar

Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler



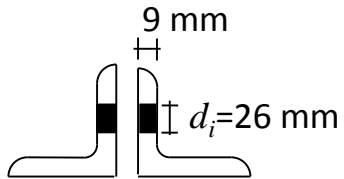
Cıvataların yerleştirilmesi



$$e \geq 3d_1 = 63 \text{ mm} \cong 65 \text{ mm}$$

$$e_1 \geq 2 \cdot d_1 = 42 \text{ mm} \cong 45 \text{ mm}$$

Profillerde (çekme çubuğundaki) gerilme denetimi



$$A = 15.5 \text{ cm}^2 \text{ (Tablodan L90.9)}$$

$$A_n = 2 \cdot [A_t - d_i \cdot t] = 2 \times [15.5 - (2.4 + 0.2) \times 0.9] = 26.32 \text{ cm}^2$$

$$A_n = 0.85A_t = 0.85 \times 2 \times 15.5 = 26.35 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \frac{T}{A_n} \leq \sigma_{em} \Rightarrow \sigma = \frac{270}{26.32} = 10.26 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{em} = 14 \text{ kN/cm}^2$$

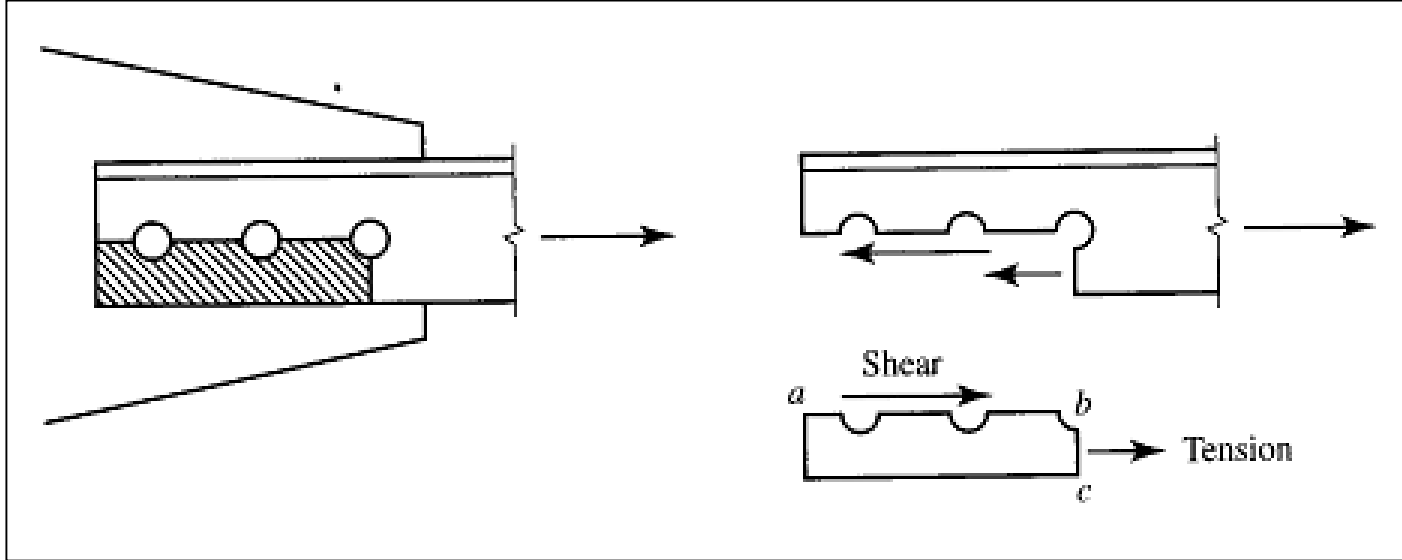


Çelik Yapılar

Çekme Çubukları



Blok Kesme : Blok kesme mukavemeti kayma gerilmesine maruz faydalı enkesitin maksimum kesme kuvveti ile, çekme gerilmesine maruz faydalı enkesitin maksimum çekme mukavemetini birleştiren analitik bir hesaptır.



Kayma akması-çekme kopması

$$T_n = 0.6\sigma_a A_{gv} + \sigma_d A_{nt}$$

Kayma kopması-çekme akması

$$T_n = 0.6\sigma_d A_{nv} + \sigma_a A_{gt}$$

Blok kesmede
guvenlik
katsayisi $\Omega=2$

$$N_{max} = \frac{T_n}{\Omega}$$



Çelik Yapılar Çekme Çubukları



Blok Kesme





Çelik Yapılar Çekme Çubukları

