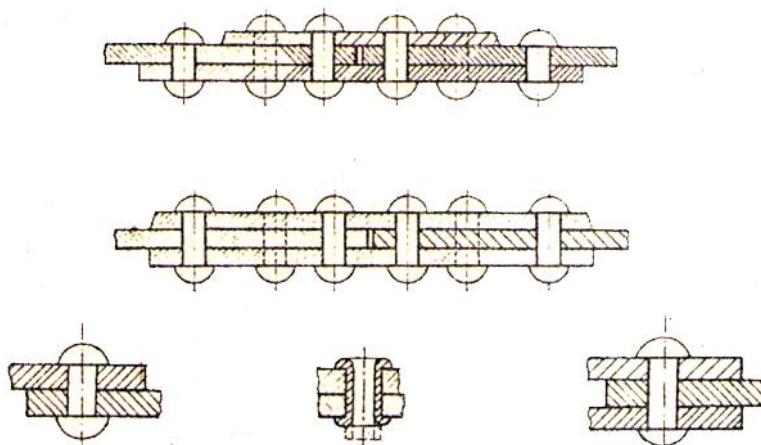


MAKİNE ELEMANLARI - (11.Hafta)

PERÇİN BAĞLANTILARI

Genel Tanımlar

Perçin bağlantıları çözülemeyen bağlantı şekillerinden biridir. Bağlanacak parçalar üzerinde açılan deliklerin karşı karşıya getirilmesi ve buraya geçirilen perçin çivisinin serbest ucununda geri çıkarılamayacak şekilde şişirilmesiyle gerçekleştirilir. Şekil 6.1.

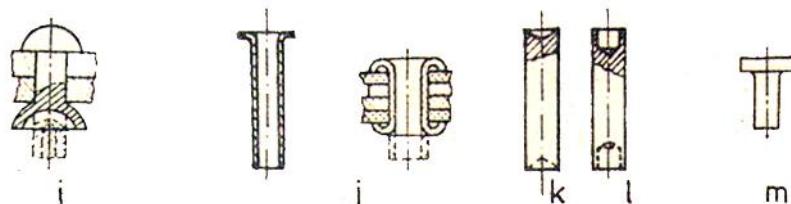
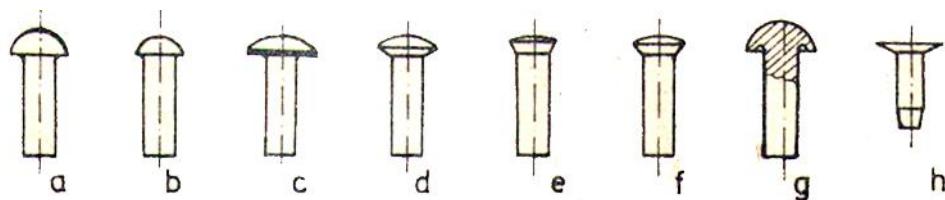


Çelik inşaatlarda (yapı, kren, köprü) perçin bağlantısından kuvvet iletemesi istenir. Depo inşaatlarında ve gemilerde sızdırmazlık önemlidir. Buhar kazanları ve basınçlı depolarda ise perçin bağlantısından hem kuvvet taşıması hem de sızdırmazlık istenir. İlkine "kuvvet ileten perçin bağlantısı" ikincisine "sızdırmaz perçin bağlantısı" sonuncusuna ise "sızdırmaz kuvvet ileten perçin bağlantısı" adı verilir.

Perçin bazı durumlarda kaynağına göre daha ucuz ve özellikle soğukta şişirilebilen hafif metaller söz konusu olduğunda daha kolay yapılır. Metal olmayan malzemelerin bağlanmasında kullanılır. Ancak kaynak ve yapıştırma teknikindeki gelişmeler perçinin giderek yerini kaynağına terketmesine sebep olmuştur. Kazan inşaatında, basınçlı kap ve depo yapımında günümüzde tamamen kaynak kullanılmaktadır. Perçin deliklerinin atölye koşullarında önceden hazırlanabilmesi inşaat yerinde kolaylık ve üstünlük sağlar. Perçinle alınalına birleştirilmek mümkün olmadığından (bindirme zorunluluğu) kaynağına göre daima daha ağırdır.

Perçin Biçimleri

Ham perçin çivisi bir oturma başı ve silindirik bir şafttan oluşur. Dövülebilen sünek akma çeliklerden (Fe 34, Fe 44) yapıllırlar. Bakır, alüminyum ve diğer malzemelerde yerine kullanılmaktadır. Kullanma amacına ve yerine göre perçin başları çeşitli şekillerde olabilmektedir. Perçinler çoğunlukla baş biçimlerine göre adlandırılırlar. Şekil 6.2'de a) kazan inşaatı için yuvarlak başlı, b) çelik inşaat için yuvarlak başlı, c) Yarım yuvarlak, d) mercimek başlı, e) havşa başlı, f) mercimek



havşa, g) yuvarlak başlı (özel), h) kayış perçin, i) patlamalı (kapsül) perçin, j) boru perçin, k, l) perçin pimi, m) balata perçinini görmektedir.

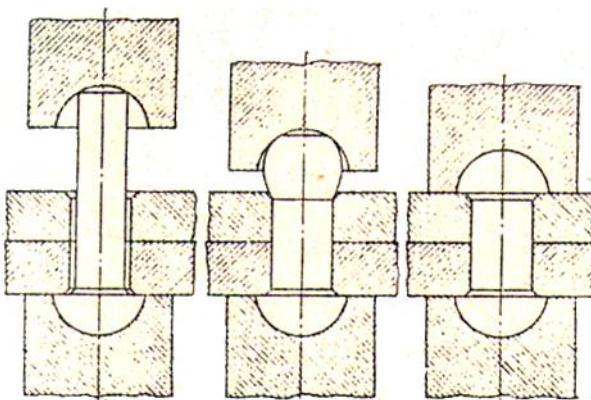
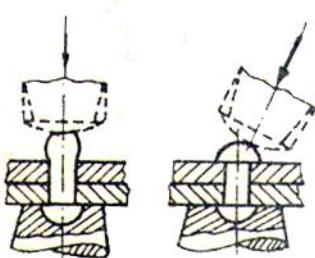
Ham perçinler standart olarak belli çap ve uzunlukta imal edilirler. Tablo 6.1'de bir yuvarlak başlı perçinin karakteristik boyutları ile TS 94'e göre kazan inşaatı ve çelik yapılarda kullanılan standart perçin ölçülerini verilmiştir.

Türk Standartları Enstitüsünün 94 No lu standardında diğer perçin tipleri de standartlaştırılmıştır.

Perçinleme İşlemi

Perçin delikleri zimba veya matkapla açılır. Matkapla delik açmak zaman alıcı olmakla birlikte eş parçalar üst üste konarak aynı anda delinebildiğinden, delik çeperlerinde pürüz bırakmadığından ve malzeme yapısını değiştirmeden üstünlük sağlar. Zimba ile hızlı ve seri delik açılır. Ancak kesici ağız çevresinde kesilen malzemenin akma sınırı aşıldığından pekleşme ve sertleşme olur. Delik çeperlerinde pürüzler ve çatlaklar kalır. Gerilme yiğilmaları ortaya çıkar. Bu olumsuzluklar delik yüzeylerinin işlenmesi ile giderilebilir. Delik çapı perçin çapından yaklaşık 1 mm daha büyük tutulur. Havşa açılması centik etkisi ni azaltır.

Ham perçin civisi deliklerden geçirildikten sonra serbest uç elle veya büyük kapasitelerde özel makinalarla soğuk veya sıcak dövülerek şişirilir (kapama başı). Şekil 6.3'de görüldüğü gibi perçinin hazır olan oturma başı desteklenirken serbest ucu uygun biçimde serbest veya kalıpla dövülerek kapama başı oluşturulur. Bu esnada bağlanan parçaların birbirine bastırılması yararlı olur.

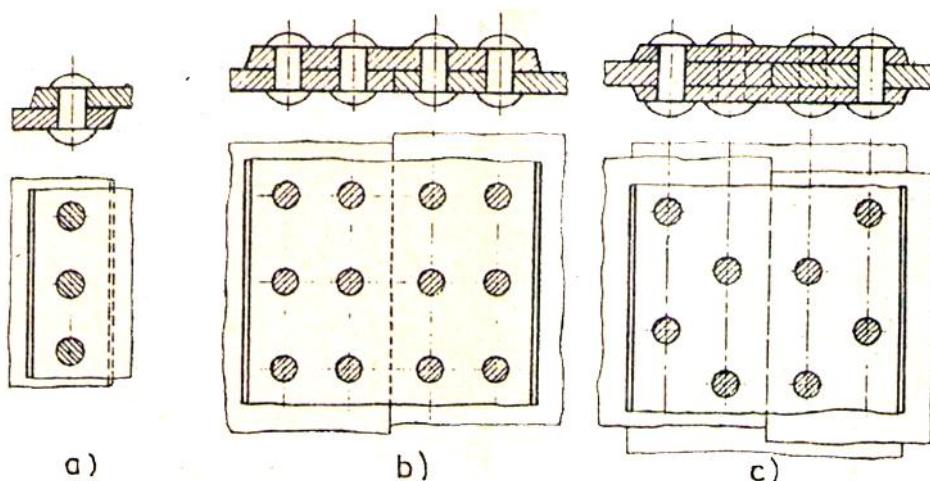


Elle perçinlemede el çekiçleri ve hava çekiçleri kullanılır. Perçin makinalarında darbe yerine sürekli basınç etkisi (preslemme) uygulanarak perçinleme yapılır. Bu esnada şaft şişerek delik çeperlerine dayanır. Bundan ötürü zımba ile açılmış delik çeperlerindeki kılcal çatlaklar büyüyebilir.

Pirinç, bakır, Al ve diğer hafif metal perçinlerle 10 mm çapa kadar çelik perçinler soğuk dövülür. Çapı 10 mm'den büyük olan çelik perçinler çatlama tehlikesinden ve fazla kuvvet gerektirmelerinden ötürü sıcakta dövülürler. Genellikle açık kırmızı bir renge dönüşünceye kadar ($950 \div 1000^{\circ}\text{C}$) ısıtilırlar.

Perçin Bağlantı Şekilleri

Bağlantının oluşturulması (dikiş şekli) taşınacak yükün büyüklüğüne, amaca ve yere göre düzenlenir. Bu düzenleme sonucunda perçin şaftını kesen düzlem sayısı (kesilmeye zorlanan kesit sayısı) ve perçin sıra sayısı ortaya çıkar. Bindirme perçin bağlantılarında ve tek kapaklı alın bağlantılarında, şekil 6.4. a ve b, perçin şaftı bir tek kesit boyunca kesilmeye çalışır. Şekil 6.4.c'de ise çift kapaklı alın bağlantılarında perçin şaftını kesen düzlem sayısı ikidir (iki tesirli perçin). Üst üste konarak perçinlenen levha sayısı n ise kesilmeyi karşılayan kesit sayısı $n-1$ olur.



Şekil 6.4. Perçin bağlantı (dikiş) şekilleri

- Tek sıralı bindirme perçin bağlantısı
- Çift sıralı, tek kapaklı perçin bağlantısı
- Çift sıralı, çift kapaklı perçin bağlantısı

Parça kenarına göre perçinler tek sıra veya çok sıra halinde yerleştirilebilir. Bu sıralarda perçinler paralel dizileceği gibi saptırmalı olarak da yerleştirilebilirler.

Perçin Bağlantılarının Boyutlandırılması

Şekil 6.5'de bir perçin bağlantısının görevini yapamaz duruma geliş şekilleri görülmektedir. F yükünün etkisi altında parçaların eğilmesi (eksantrik yükleme), perçin şaftının kesilmesi (b), kuvvet doğrultusuna dik kesit boyunca levha yırtılması (c), kuvvet doğrultusunda levha yırtılması durumları ortaya çıkmaktadır.

Şekil 6.5.a'da eksantrik yüklemeden ötürü doğan eğilme momenti

$$M_e = \frac{F(s_1 + s_2)}{2} \text{ olup}$$

moment bağlanan parçaların kalınlıkları ölçüsünde büyümektedir. Bu nedenle kalın parçaların perçinlenmesinde çift kapak kullanma yoluna gidilmelidir.

Şekil 6.5.b'de perçini zorlayan F kesme yükü (levhaların taşıdığı toplam çeki yükü) etkisi altında perçin şaftı kesilmektedir. Perçinin kesilmemesi için kesme gerilmesi,

$$\tau = \frac{F}{z \cdot n \cdot A} \leq \tau_{em}$$

olmalıdır. Burada

z : Perçin sayısı

n : Perçini kesmeye çalışan düzlem sayısı (bindirme ve tek kapaklı dikişlerde $n=1$, çift kapaklı dikişlerde $n=2$ alınır).

A : $\pi d^2/4$ olarak perçin kesit alanıdır.

Perçin kesit alanı belirlenirken perçin şaftının delik boşluğunu doldurduğu düşünüülerek delik çapı esas alınmalıdır. Perçinlerin eşit olarak yükleniği varsayılmıştır.

Şekil 6.5.c'de levha çekmeye zorlanmaktadır. Levhanın yırtılmasına için çekme gerilmesi,

$$\sigma = \frac{F}{s(b-zd)} \leq \sigma_{em}$$

olmalıdır. Perçin delikleri taşıyıcı levhayı zayıflatlığından deliklerin oluşturduğu alan toplam alandan çıkarılarak yükü karşılayan faydalı alan belirlenir. Burada,

b : Levha genişliği

s : Levha kalınlığı'dır.

Şekil 6.5.d'de levha kuvvet doğrultusunda yırtılmıştır. Yırtılmaya yol açan kayma gerilmesi

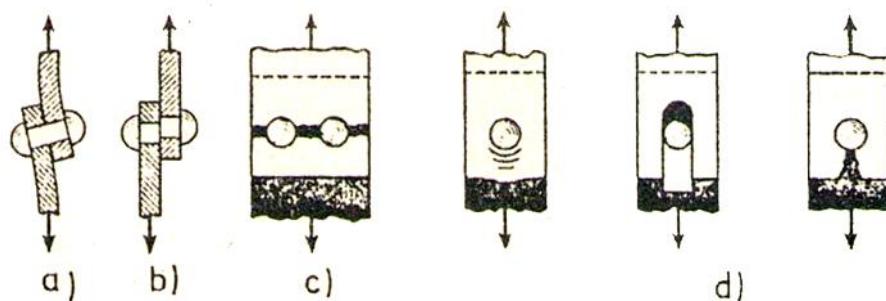
$$\tau = \frac{F}{2 s e_1} \leq \tau_{em}$$

olmalıdır. Burada e_1 perçin deliğinin levha kenarına uzaklığıdır.

Perçin Deliklerinin Parça Üzerinde Dağıtılması

Birbiri üzerinde oturan parça yüzeyleri arasındaki sürtünme direncinin katkısı gözardı edilirse bütün yükün perçin ve parça kesitleri tarafından karşılandığı sonucuna varılır. Bu durumda bağlanacak parçaların yırtılmadan çalışabilmeleri için delikler uygun şekilde parça üzerinde dağıtılmalıdır. Delikler arası uzaklıklar a , deliklerin kenarlara olan uzaklıkları e_1 ve e_2 .

perçin çapına bağlı olarak, Şekil 6.6'da gösterilmiştir. Ayrıca bu konuda Tablo 6.2'den de yararlanılabilir.



Şekil 6.5. Perçin bağlantılarında görülen hasarlar a) Eğilme, b) Perçin Kesilmesi, c) ve d) Levha Yırtılması

TABLO 6.2. Saç kalınlığına bağlı olarak perçin çapı ve perçin deliklerini dağıtıımı

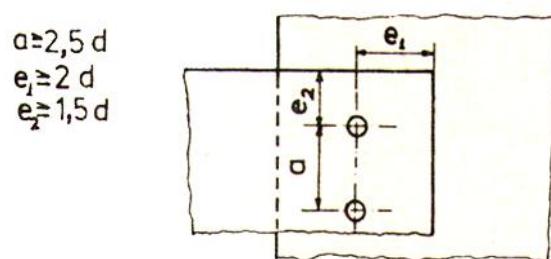
Saç kalınlığı (mm)	3:4	5:6	7:8	9:10	11:13	14:16	17:20	21:24	25:29	50:34	35:39
Perçin çapı ($\frac{d}{2} + 10$) (delik çapı) (mm)	11	13-15	17	19-21	23	25	28	31	34	37	41
Perçin kesit alanı A (mm ²)	95	133 177	226	283 346	415	491	615	754	908	1075	1320
Bir sıradaki perçinler arasındaki uzaklık $2,5d \leq a \leq 6d$	den 27	32	38	44	50	56	62	78	85	92	100
		kadar 66	84	100	120	140	156	174	192	210	228
Kuvvet yönünde kenardan uzaklık $2d \leq e_1 \leq 4d$	den 22	28	34	40	46	52	58	64	70	76	82
		kadar 66	84	100	120	140	156	174	192	210	228
Yandan kenar mesafesi $1,5$ $1,5d \leq e_2 \leq 4d$	den 16	21	25	30	34	39	43	48	52	57	61
		kadar 44	56	68	80	92	104	116	128	140	152
Şışirilmemiş standart perçin çapı (mm)	10	12-14	16	18-20	22	24	27	30	33	36	40

Bağlantının Taşıyabileceği Toplam Kuvvet

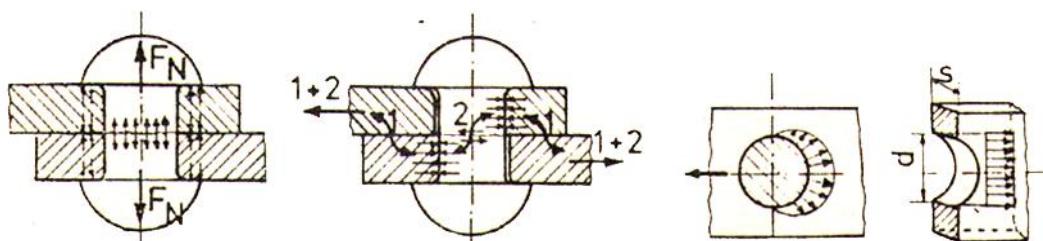
Şışirilen perçin basları parçaları birbiri üzerinde bastırır. Özellikle sıcak perçinlemeden sonra soğurken büzülen perçinler büyük bir normal kuvvetle parçaları sıkıştırır. Bu kuvvet doğal olarak perçin şaftını çekmeye zorlar. Bir perçin için bu kuvvet

$$F_N = A \cdot \sigma = (\pi d^2 / 4) \sigma$$

olacaktır. Bu normal kuvvetin bağlanan iki parça yüzeyi arasında



Şekil 6.6. Perçin deliklerinin parça üzerinde dağıtıılması



1. Sürtünme ile karşılanan,
 2. Perçin şaftı ile karşılanan kuvvet
- Şekil 6.7. Perçin bağlantısında taşınabilecek toplam kuvvet

Şekil 6.8. Delik çeperinde basınç dağılımı

kaymaya karşı oluşturduğu sürtünme kuvveti,

$$F_S = \mu F_N = \mu A \sigma$$

olur. Bu sürtünme kuvveti yükün tamamını karşılayabilecek büyülükte olursa perçin ezilme veya kesilmeye uğramaz. Sadece çekmeye zorlanır. Parçalara gelen yük sürtünme kuvvetini yenerse o zaman parçalar birbiri üzerinde kayarak delik çeperleri perçin şaftına dayanır. Şekil 6.7. Perçin çekmenin yanı sıra kesilmeye zorlanır. Perçinin bu yolla karşılayabileceği kuvvet

$$F_Q = A \tau$$

kadar olur. Bu şekilde sürtünme ve kesilme direnci ile bir perçin'in taşıyabileceği toplam kuvvet,

$$F_T = F_S + F_Q = (\mu \sigma + \tau) A$$

yazılabilir. Taşınması gereken dış yük F ise gerekli perçin

sayısı $Z = F/F_T$ dir. Ancak $\mu \sigma$ teriminin belirlenmesi çok zordur. Sıcak perçinlemede büyük soğuk perçinlemede küçüktür. Oturma yüzeylerinin toribolojik özelliklerine yakından bağlıdır. Bu nedenle pratik hesaplarda bu terim ihmal edilerek,

$$F_T = A \tau$$

yazılır ki bu da ilk ele aldığımız bağıntıdan başka bir şey değildir.

Ezilme kontrolu: Sürtünme direnci gözardı edilecek olursa ilk andan itibaren delik yüzeyinin perçin şaftına oturduğu ve kuvvetin bu yolla iletildiği kabul edilmiş olmaktadır. Bu durumda delik yüzeyi ve perçin şaftı ezilmeye zorlanır. Delik yüzeyinde basınç dağılımı Şekil 6.8'deki gibidir. İzdüşüm alanı gözönüne alınarak her iki yüzey için ortalama basınç,

$$P_m = \frac{F}{Z \cdot S \cdot d} \leq P_{em}$$

olmalıdır. Şaftın kesilme dayanımı ile delik yüzeyinin ezilme dayanımı aynı olsun isteniyorsa,

$$\tau_{em} \pi d^2 / 4 = P_{em} d S$$

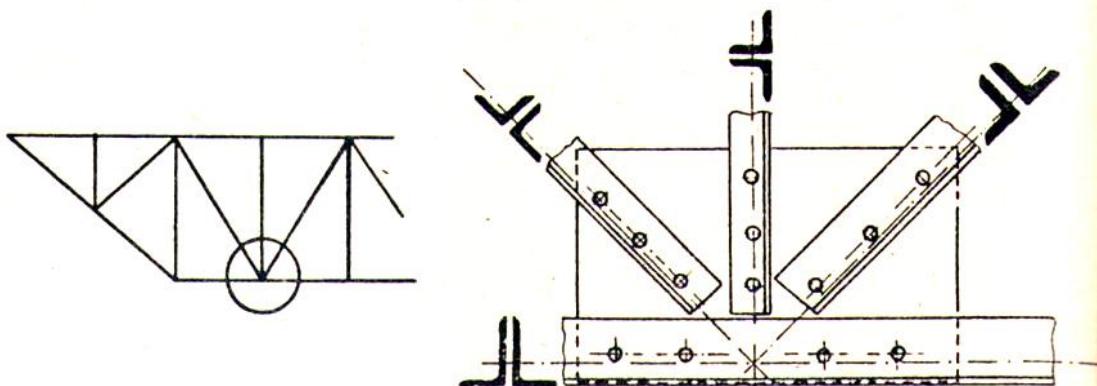
veya $P_{em} \approx 2 \tau_{em}$ yazılabileninden $S \geq 0,4 d$ bulunur. Saç kalınlığı bu koşulu yerine getiriyorsa ayrıca delik yüzeyini ezilmeye kontrol etmek gerekmez.

Sağ yüzeylerinin pürüzlü olması kaymayı güçlestireceğinden bağlantının mukavemeti artar. Uzun perçinlerde sıcak perçin işlenmeden sonra çekilme fazla olacağından sürtünme direnci büyür. Ancak $\Sigma S > 4 d$ olursa uzun perçinler kolay koptugundan perçin yerine civata kullanılmalıdır.

Çelik İnşatlarda Perçin

Kazan ve basınçlı kap inşatlarda perçin yerini kaynağa bırakmış olmakla birlikte vinç, kren ve köprü gibi çelik iskeletlerin yapısında hâlâ kullanılmaktadır. Taşıyıcı profil veya köşebentlerin bir kaçının bir araya getirilip bağlandığı noktaya "düğüm noktası" adı verilir. Kafes kiriş sistemlerinde düğüm noktalarının oluşturulması (taşıyıcı elemanların konumu ve perçinlerin dağıtımını) çok önemlidir. Kafes kiriş yapılarında statik durumu ve kuvvet doğrultularını belirten sistem (prensip) şeması ile kullanılan profillerin kesit ağırlık merkezlerinden geçen eksenler üst üste düşmelidir. Ayrıca düğüm noktasında perçin kesitlerinin belirlediği yüzey sisteminin ağırlık merkezi ile taşıyıcı eleman ağırlık merkezinden geçen eksen olanaklar ölçüünde üst üste çakışmalıdır. Aksi halde ek eğilme momentleri doğar.

Şekil 6.9'da bir kafes kiriş sisteminin sistem şeması ve düğüm noktası düzenlemeleri görülmektedir. Çelik yapılarda 45.5.5 mm

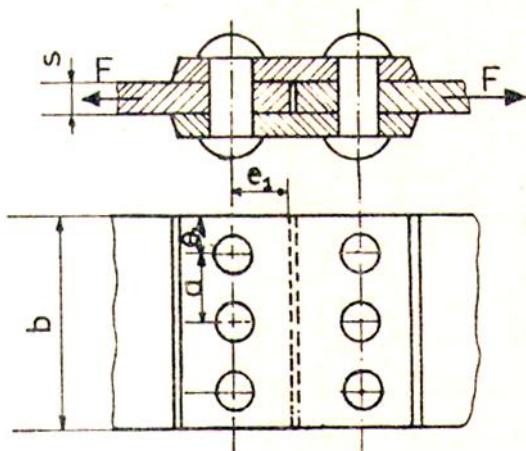


lik köşebentlerden daha küçüğü kuvvet taşıyıcı çubuk olarak kullanılmamalıdır. Ayrıca her kuvvet iletken elemana en az iki perçin konmalıdır. Bir düğüm noktasında aynı çapta perçinlerin kullanılmasına özen gösterilmelidir. Perçinler arası uzaklık ve perçinlerin parça kenarlarına uzaklıklarının belirlenmesinde Tablo 6.2'den yararlanılabilir.

Çelik yapılarda parçalar arasındaki sürtünme direnci kuvvet iletimi için yeterli olmadığından perçinler doğrudan ezilmeye ve kesilmeye zorlanırlar. Dinamik yüklerde kolayca boşluklar meydana gelebileceğinden kuvvetler işletme koşullarına göre seçilen katsayılarla çarpılarak büyütüllürler ve ondan sonra statik yükler gibi ele alınırlar. Bunların dışında perçin şaftının kesilmesi ve ezilme kontrol hesaplarında genel kurallar aynen geçerlidir.

Örnek

- Şekil 6.11'deki çift kapaklı ve bir sıralı perçin bağlantısında taşınan kuvvet $F = 130 \text{ kN}$ olup ana levha kalınlığı $S = 10 \text{ mm}$, kapakların kalınlığı $s_1 = 7 \text{ mm}$ ve genişlikleri $b = 160 \text{ mm}$ 'dir. Yapı elemanları için Fe 37, perçinler için Fe 34 malzeme kullanıldığına göre bağlantıyı boyutlandırınız.



Perçin çapı: Tablo 6.2'de 7 mm ve 10 mm kalınlığında saçlar için uygun perçin çapı olarak 17 mm önerilmektedir. Ayrıca perçin çapı seçiminde,

$$d = \sqrt{5S} - 0,4 \text{ cm} \quad \text{tek tesirli perçinler için}$$

$$d = \sqrt{5S} - 0,5 \text{ cm} \quad \text{iki tesirli perçinler için}$$

amprik formülleri kullanılabilir. Çift kapaklı ve çok sıralı bağlantılarında daha ince perçin çapları seçilebilir. Burada perçin çapı olarak $d = 17 \text{ mm}$ seçildi.

Perçin sayısı: Perçinin kesilmesine göre,

$$Z = \frac{F}{n \cdot A \cdot \tau_{em}}$$

olup çift kapaklı dikiş için $n = 2$, Fe 34 malzeme için $\tau_{em} = 110 \text{ N/mm}^2$ (Tablo 6.3) alınarak

$$Z = \frac{130 \cdot 10^3}{2 \cdot \pi / 4 \cdot 17^2 \cdot 110} = 2,61,$$

Ezilmeye göre

$$Z = \frac{F}{d \cdot S_{min} \cdot P_{em}} = \frac{130 \cdot 10^3}{17 \cdot 10 \cdot 280} = 2,78$$

bulunur. Bu durumda bağlantıda 3 perçin kullanılmalıdır.

Deliklerin dağılımı: Perçinler arası uzaklık ve deliklerin kenarlarına uzaklığı Tablo 6.2'den yararlanılarak belirlenebilir. Perçinler arası uzaklık,

$$a = (2,5 - 3)d = 52 \text{ mm}$$

Perçinin kuvvet doğrultusunda kenardan uzaklığı,

$$e_1 = 2d = 35 \text{ mm}$$

Yan kenarlara uzaklık,

$$e_2 = 1,5 d = 28 \text{ mm} \text{ seçilebilir.}$$

Levha genişliği $b = 52.2 + 2.28 = 160 \text{ mm}$ uygundur.

Yapı elemanları için mukavemet kontrolü: Kuvvet doğrultusuna dik kesit boyunca,

$$\sigma = \frac{F}{s(b-zd)} = \frac{130 \cdot 10^3}{10(160-3.17)} = 119 \text{ N/mm}^2$$

Tablo 6.3'de Fe 37 malzeme için $\sigma_{em} = 140 \text{ N/mm}^2$ olduğundan $\sigma < \sigma_{em}$ olup bağlantı levha yırtılması açısından emniyetlidir.

Perçinin kesilme kontrolu,

$$\tau = \frac{F}{z \cdot n \cdot \pi d^2 / 4} = \frac{130 \cdot 10^3}{3 \cdot 2 \cdot \pi / 4 \cdot 17^2} = 95,5 \text{ N/mm}^2$$

$\tau < \tau_{em}$ olup yeterlidir.

Perçinin ezilme kontrolu,

$$P = \frac{F}{z \cdot s \cdot d} = \frac{130 \cdot 10^3}{3 \cdot 10 \cdot 17} = 255 \text{ N/mm}^2 ,$$

$P_{em} = 280 \text{ N/mm}^2$ (Tablo 6.3) alınıabildiğinden $P < P_{em}$ olup perçin ezilme açısından yeterlidir.

TABLO 6.3. Taşıyıcı yapı elemanları için emniyet gerilmeleri değerleri (N/mm^2 yükleme durumu 1 için)

Malzeme	Yapı elemani Fe.0012	Perçin Fe.34.12	Yapı elemani H.B.Fe	Perçin Fe.34.13	Yapı elemani Fe.37.12	Perçin Fe.34.13	Yapı elemani Fe.52	Perçin Fe.44
Zorlanma	σ_{em}/τ_{em}	τ_{em}/P_{em}	σ_{em}/τ_{em}	τ_{em}/P_{em}	σ_{em}/τ_{em}	τ_{em}/P_{em}	σ_{em}/τ_{em}	τ_{em}/P_{em}
DIN 120 Kren Yapımı	-100/-80	80/200	120/96	96/140	140/110	110/280	210/170	130/420
Çelik, bi-na, köprü DIN 1050	20/96	120/240	140/110	140/280	140/110	140/280	210/170	210/420

Yükleme Durumu 1: Dinamik yük+taşit araçları ağırlığı + termik uzana kuvvetleri

Yükleme Durumu 2: Yükleme durumu 1 + Rüzgar yükü + Fren yükü + Merdiven yükleri
(Yükleme durumu 1 için değerler 0,86 ile çarpılarak 2 için kullanılabilir)