

中等技术学校教材

249491

钢 结 构

北京水力发电学校編

水利电力出版社

41

內 容 提 要

本書为水利电力部系統之中等技术学校的教材，書中詳細地闡述了鋼結構按極限状态的計算原理，鋼結構的連接方法，梁、柱、平面鋼閘門的設計計算等問題。

本書除可作中等技术学校的教材外，還可供省、专区、县具有初中文化水平的水利技术人員在工作和学习中參考。

中等技术学校教材

鋼 結 构

北京水力发电学校編

*

2076 S 620

水利电力出版社出版（北京西郊科学路二里沟）

北京市书刊出版业营业許可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

850×1168 1/32开本 * 4 1/4印張 * 108千字

1959年7月北京第1版

1959年7月北京第1次印刷(0001—2,630册)

統一書号: 15143·1654 定价(第9类)0.53元

目 录

第一章 鋼結構按極限狀態的計算原理	2
§1-1 結構按極限狀態計算的基本概念	2
§1-2 荷重的種類及超荷系數	2
§1-3 荷重的組合及組合系數	3
§1-4 按極限狀態計算方法與按允許應力計算方法的比較	4
第二章 鋼結構的連接方法	6
§2-1 焊接	7
§2-2 鉚釘連接	17
§2-3 螺栓連接	26
第三章 梁	28
§3-1 型鋼梁的計算	28
§3-2 焊接梁的構造與計算	31
第四章 柱	54
§4-1 柱的型式	54
§4-2 實體柱的截面選擇	57
§4-3 格子柱的截面選擇	61
§4-4 柱腳	71
第五章 桁架	79
§5-1 桁架的計算	79
§5-2 桁架受壓杆件的計算長度	80
§5-3 桁架杆件的極限細長度	81
§5-4 桁架杆件的截面型式	82
§5-5 桁架杆件的截面選擇	84
§5-6 桁架的節點構造	89
第六章 平面鋼閘門	97
§6-1 平面鋼閘門的構造	97
§6-2 面板與梁格的布置	100
§6-3 次梁的設計	108
§6-4 主梁的設計	110
§6-5 橫向聯結系	112
§6-6 縱向聯結系(起重桁架)	116
§6-7 支承端柱	117
§6-8 支承——移動部分	119
附錄 I	123
附錄 II	126
附錄 III	128

第一章 鋼結構按極限狀態的計算原理

§1-1 結構按極限狀態計算的基本概念

所謂極限狀態是指建築物必須停止使用的一種狀態。結構物工作時有下列三種極限狀態：

第一種極限狀態——承載能力(材料的強度、穩定性及疲勞強度)的極限狀態。達此極限狀態時，結構即喪失了抵抗外力的能力或產生極大的剩餘變形，以致不能再繼續使用。

第二種極限狀態——變形的極限狀態，即在標準靜力或動力荷重作用下變形的極限狀態。達此狀態時，結構物保持着一一定的強度和穩定性，但出現了使結構不能再繼續使用的變形或振動。

第三種極限狀態——在標準靜力或動力荷重作用下，結構物裂縫出現或擴展的極限狀態。

鋼結構的計算可以不考慮第三種極限狀態，因為在制作情況正常的鋼結構中很少有裂縫出現，而在裂縫出現的那些場合(如焊接)也應該靠施工方面的措施(規定一定的焊接程序等等)來預防裂縫出現，而可以不靠計算方法來預防。

結構物的主要極限狀態是第一種極限狀態。因為在一切情況下建築物耗盡了承載能力，它就不能再繼續使用，故設計時必須按第一種極限狀態進行驗算。可是當根據外力作用的性質或結構物的形狀，知道能出現過量的變形或振動以致妨礙建築物的正常使用時，應該按第二種極限狀態進行驗算。

§1-2 荷重的種類及超荷係數

主要荷重：自重、有效荷重(固定設備)、雪重。

附加荷重：風荷載、安裝荷載。

特殊荷重：地震。

标准荷重：建筑物在正常使用下的最大荷重值，其值見附录 I 表 1。

超荷系数：超荷系数仅說明荷重的变动性，所以最大的可能荷重与标准荷重之比为超荷系数 m ，其值見附录 I 表 1。超荷系数与荷重的性質有关。每一种荷重都有其超荷系数，自重亦同样有超荷系数。建筑材料的单位体积的重量实际并非一样的，但是自重的变动性比其他荷重要小，故超荷系数也随之变小。

計算荷重：計算荷重就是結構物在存在期間可能发生的最大的荷重，所以計算荷重等于标准荷重乘超荷系数。

§1-3 荷重的組合及組合系数

主要組合：結構物工作时經常作用着荷重，抵抗这些荷重是結構物的目的。作用在結構物上的荷重包括自重、有效荷重、雪荷重等。

附加組合：主要荷重加附加荷重。

特殊組合：主要荷重加附加荷重再加特殊荷重。

同时出現几种最大荷重的可能性显然要比只出現一种的可能性要小很多倍，組合越复杂其最大值出現的可能性就越小。为了使建筑物坚固(因为荷重出現的可能性越小，則用这些荷重計算的建筑物就越不易破坏)，在計算中考虑附加組合或特殊組合荷重时，計算荷重数值除自重外，均应乘以荷重组和的降低系数 C 值。 C 值为 0.9，計算特殊組合 C 值为 0.8。

計算公式：

第一种极限状态的計算要求为：

$$N \leq \Phi \quad (1-1)$$

式中 N ——結構物构件中的計算內力(是作用在建筑物上的荷重函数，即在建筑物使用期間可能发生的最大內力)，其值可按前面分析的荷載組合情况求得；

Φ ——結構物构件中所能承受的极限內力。其值可根据构

件的尺寸、材料的抗力、构件的工作条件等来决定：

$$\Phi = m \sigma F \quad (1-2)$$

式中 m ——工作条件系数，见附录 I 表 2；

σ ——材料的极限抗力；

F ——构件的几何因素(面积、截面矩)。

工作条件系数表示某构件或建筑物与其他构件或建筑物相比较的工作条件特性(如受压的和受拉的，受振动荷重的和受静荷重的)，建筑物的使用特点和其他情况。

采用 σ_T 作为钢材的极限抗力，因为结构在屈伏点以外工作是不容许的。在计算时采用可能的最小屈伏点，称为计算抗力(强度)，以 R 表示(见表 1-2)。

$$R = K \cdot \sigma_T^H \quad (1-3)$$

式中 σ_T^H (或 R^H)——是标准屈伏点(标准强度)，以一定的试件进行试验求得(见表 1-1)；

K ——匀质系数，表示材料的规格性和均匀性，为最小流限(屈伏点)与标准流限之比。 K 值取决于钢材的标号(见表 1-1)。

故

$$\Phi = m R F$$

$$N \leq \Phi = m R F \quad (1-4)$$

第二种极限状态仅在结构有承载能力并处在使用情况下才有计算的价值。

计算要求是：在正常荷重(使用荷重)作用下的最大变形 Δ 小于或等于结构在正常使用状态下的极限变形 Δ_{np} 。

§1-4 按极限状态计算方法与按允许应力计算方法的比较

$$N \leq \Phi$$

$$\Sigma N_i^* n_i \leq F K \sigma_T^* m = F R m$$

式中 N_i^* ——由标准荷重产生的内力。

上式两边同时除以几何因素 F ，得出：

$$\frac{\sum N_i^H n_i}{F} \leq Rm$$

$$\sum \sigma_i^H n_i \leq K \cdot \sigma_T^H m \quad (1-5)$$

从 $\sum \sigma_i^H n_i$ 项中分出由于任意占优势的荷重 (如最大的有效荷重), 得出:

$$\begin{aligned} \sigma_1^H n_1 &\leq K \sigma_T^H m \\ \sigma_1^H \frac{n_1}{K m} &\leq \sigma_1^H \end{aligned} \quad (1-6)$$

不难看出系数 $\frac{n_1}{K m}$ 不但对于不同结构和不同杆件有着不同的数值, 就是对于不同荷重也有所不同。

因此, 按极限状态的计算方法没有总的安全系数, 而是用三个系数来代替, 即 m 、 n 和 K 。在三者不同的组和下可得出不同的安全系数。

若所有的荷重都给予相同的超荷系数 n , 则 (1-5) 式可写为:

$$n \sum \sigma_i^H \leq K \sigma_T^H m$$

计算应力

$$\sigma_{\text{расч}} = \sum \sigma_i^H \frac{K m}{n} = \frac{\sigma_T^H}{\frac{n}{K m}} = \frac{\sigma_T^H}{\xi} = [\sigma] \quad (1-7)$$

式中 ξ ——为安全系数;

$[\sigma]$ ——容许应力。

因此, 按容许应力的计算方法是按极限状态计算方法中所有的超荷系数相等的一个特例, 只是在按极限状态计算时, 荷重才须乘以超荷系数, 而按容许应力计算时不需乘以超荷系数。在按极限状态计算时, 极限应力采取计算抗力的数值 (计算强度), 而按容许应力计算时采取容许应力的数值, 所以按容许应力计算方法是比較粗糙的, 不尽符合结构物的真实情况。

表 1-1 軋軋鋼的勻質系數(K)和標準強度 R^H
(單位: 公斤/平方公分)

項 次	標 准 指 标	符 号	鋼 号					
			CT0	CT2	CT3 CT4	CT5	HL1	HL2
			а	б	в	г	д	е
1	抗拉強度、抗壓強度、抗撓強度	R^H	1900	2200	2400	2800	3000	3400
2	抗剪強度	R_{CP}^H	1150	1300	1450	1650	1800	2050
3	端面承壓強度	$R_{OM.T}^H$	2850	3300	3600	4200	4500	5100
4	局部緊接承壓強度	$R_{OM.M}^H$	1450	1650	1800	2200	2250	2550
5	滾軸自由接觸時的徑向抗壓強度	$R_{O.K}^H$	70	80	90	105	110	125
6	勻質系數	K	0.9	0.9	0.9	0.85	0.85	0.85

表 1-2 軋軋鋼(厚度從4~40公厘)的計算強度 R
(單位: 公斤/平方公分)

項 次	應 力 狀 態 的 種 類	符 号	軋 軋 鋼 的 鋼 号					
			CT0	CT2	CT3 CT4	CT5	HL1	HL2
			а	б	в	г	д	е
1	拉力、壓力和撓曲力	R	1,700	2,000	2,100	2,400	2,500	2,900
2	剪力	R_{CP}	1,000	1,200	1,300	1,400	1,500	1,700
3	端面承壓力	$R_{OM.T}$	2,500	3,000	3,200	3,600	3,800	4,300
4	局部緊接承壓力	$R_{OM.M}$	1,300	1,500	1,600	1,800	1,900	2,200
5	滾軸自由接觸時的徑向壓力	$R_{O.K}$	60	70	80	90	95	110

第二章 鋼結構的連接方法

鋼結構建築物是由梁、柱、桁架等單個構件及薄板通過焊縫、鉚釘、螺栓彼此連接成的總體。鋼結構連接方法的改進也是隨着生產力的發展而出現的。在冶煉工業未發展時，只有鑄鐵結構，所以當時相應的連接方法只是螺栓連接。後來隨着黑色金屬

事业的发展，可以炼制炭素鋼、低合金鋼。建筑上新型結構（薄壳結構、大跨度結構）的出現，舊的连接方法就不能适应生产发展的要求，从而又有了铆接、焊接的连接方法。就其性質來說，焊接是将被焊金屬局部加热使其成为液体或胶体状态的分子的結合。

§2-1 焊 接

一、焊接的连接型式

（一）对接連接 連接位于同一平面內的构件。

1. 对接焊縫的连接是焊接連接的基本型式(图 2-1)。

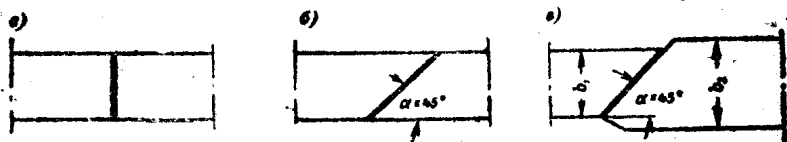


图 2-1 对接焊縫的连接

連接的破坏可能是沿焊縫发生，也可能是沿基本金屬发生。因为熔融金屬的强度实际上不低于基本金屬的强度。

斜焊縫对接連接的破坏发生在基本金屬內或部分在基本金屬內或在焊縫內(图 2-2)。破坏通常从焊縫角上开始，因为在角上可能未熔透或过燒。当斜焊縫与內力作用方向所夹的角度 $\alpha = 45^\circ$ 时，焊縫强度与基本金屬强度相等，故可不必計算。

2. 用盖板的連接：用盖板的連接在制造上比对接焊縫的连接较为简单。因为板边不需要加工，也不需要严格地保持被接鋼板之間間距(图 2-2, a)。但是用盖板的连接比用对接焊縫的连接受力情况較差，所以只有在小型工厂中当由于生产或构造条件不可能时，才采用盖板連接。当內力从构件傳到盖板上时，內力由狹窄的貼角焊縫承受，因此产生很大的局部超額应力。用盖板連接需要耗費大量的焊条及作为盖板用的附加金屬，所以并不是有代表性的焊接連接。

盖板用貼角焊縫固定时，垂直于內力方向的焊縫叫做額(端)

焊縫(图2-2, a), 而順着力方向布置的焊縫叫做側焊縫(图2-2, b), 額、側焊縫綜合在一起叫作周边焊縫(图2-2, c)。

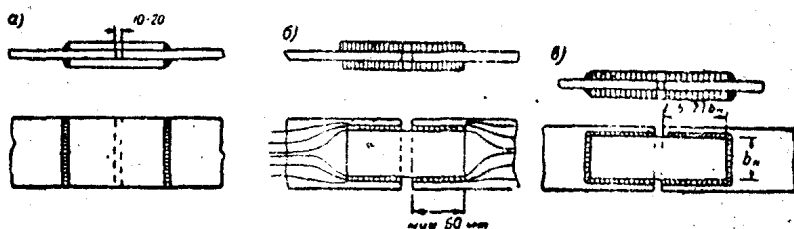


图 2-2 用盖板的连接

(二) 搭接连接 连接位于不在同一平面内的构件。搭接连接比接焊縫的连接方法简单, 因为不需要加工板边及在焊接过程中沿焊縫长度不需要极准确地保持間隙的距离。但在受振动荷重的情况下, 搭接连接質量較差, 且需要消耗用于搭接的額外材料。搭接连接可用額焊縫也可用側焊縫做成。

当用額焊縫连接时, 必須爭取做到双面焊接(图2-3, a)。为了减少收缩应力起見, 重叠长度应不小于 5δ 。此处 δ 是被焊构件中最薄构件的厚度。

单面焊接的连接强度很低, 因为固定的偏心影响很大(图2-3, b), 故不采用。

当用側焊縫固定不对称构件时(如角鋼), 焊縫的面积分配應該使焊縫的重心与构件的断面重心相重合(图2-4)。

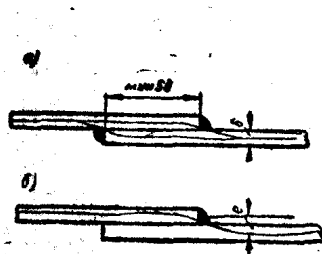


图 2-3 用貼角焊縫的搭接连接

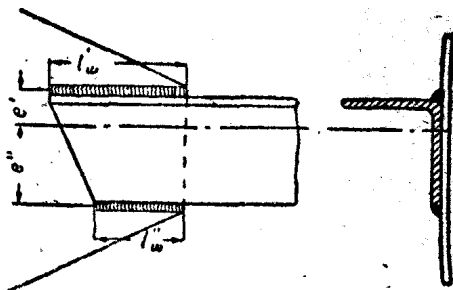


图 2-4 角鋼的固定

从上述情况可知连接焊缝的型式只属对接焊缝和贴角焊缝，为此我们只需研究这两种型式的焊缝在多种受力情况下的强度计算。

二、焊接的强度计算

(一) 对接焊缝

1. 轴向力作用下对接焊缝的计算

(1) 直焊缝 轴向力作用下直焊缝依力的作用方向，按下列受拉或受压公式计算：

$$N \leq m \cdot R_p^{\sigma} \cdot l_w \cdot \delta \quad (2-1)$$

$$N \leq m \cdot R_c^{\sigma} \cdot l_w \cdot \delta \quad (2-2)$$

式中 N ——作用在连接缝上的计算轴力；

m ——工作条件系数；

δ ——被连接构件的最小厚度；

l_w ——焊缝的计算长度，即设计长度减去10公厘；

R_p^{σ} ——对接焊缝的受拉计算强度（见表2-1）；

R_c^{σ} ——对接焊缝的受压计算强度（见表2-1）。

(2) 斜焊缝 将 N 力沿其作用线移到焊缝上，并将 N 力分解为两个方向的分力：一个垂直于焊缝 $N \cdot \sin \alpha$ （使焊缝受拉或受压），一个平行于焊缝 $N \cdot \cos \alpha$ ，使焊缝受剪，计算公式为：

$$\text{受拉 } N \leq m R_p^{\sigma} l_w \cdot \frac{\delta}{\sin \alpha} \quad (2-3)$$

$$\text{受压 } N \leq m R_c^{\sigma} l_w \cdot \frac{\delta}{\sin \alpha} \quad (2-4)$$

$$\text{受剪 } N \leq m R_c^{\sigma} l_w \cdot \frac{\delta}{\cos \alpha} \quad (2-5)$$

式中 R_c^{σ} ——对接焊缝受剪的计算强度（见表2-1）；

α ——斜焊缝和构件轴线的倾角；

l_w ——斜焊缝的计算长度。

例2-4 计算断面为 600×14 公厘的钢板采用对接连接的型式，计算拉内力 $N=100$ 吨，钢板材料标号(T3，焊条标号E42， $m=1$)。

表 2-1

焊縫的計算強度 R^c (公斤/平方公分)

項次	焊接縫的分類	應力狀態的種類	符號	Э34型焊條用于下列鋼號制作的結構中時	Э42型焊條或助熔劑下的自動焊接用于下列鋼號制作的結構中時	Э42型和Э42A型焊條或助熔劑下的自動焊接用于下列鋼號制作的結構中時	Э50型和Э55型焊條或助熔劑下的自動焊接用于下列鋼號制作的結構中時		
				CT0 CT2 CT3 和 CT4	CT0	CT2	CT3及CT4	НМ1	НМ2
				a	б	в	г	ж	з
1	對齊縫	壓力	R^c	1,300	1,700	2,000	2,100	2,500	2,900
2	對齊縫	拉力 (當在助熔劑下用自動焊接以及手工焊接和半自動焊接并用精確方法檢查焊縫的質量時)	R_p^c	—	1,700	2,000	2,100	2,500	2,900
3	對齊縫	拉力 (手工焊接和半自動焊接并用普通方法檢查焊縫的質量時)	R_p^c	1,200	1,450	1,800	1,800	2,100	2,500
4	對齊縫	剪力	R_{cp}^c	800	1,000	1,200	1,300	1,500	1,750
5	貼角縫 (端焊縫、邊焊縫、丁字的焊接)	壓力、拉力、剪力	R_y^c	900	1,200	1,400	1,400	1,800	2,000

解:

对接焊縫的連接強度驗算:

根据鋼材及焊條的標號查表 2-1 得出对接焊縫的受拉計算強度 $R_p^c = 1,800$ 公斤/平方公分,

对接焊縫的極限內力:

$$N_{np} = m R_p^c \cdot l_w \cdot \delta = 1 \times 1,800 (60 - 1) 1.4 = 149,000 > 100,000 \text{ 公斤,}$$

当对接連接做成与基本金屬等強度時, 連接应按板的極限內力計算。

$$[N] = F_n \cdot R = 60 \times 1.4 \times 2,100 = 176,400 \text{ 公斤.}$$

因为焊縫的受拉計算強度小于基本金屬的受拉計算強度, 因而直焊縫与基本金屬強度不等, 故采用 $\alpha = 45^\circ$ 的斜焊縫, 焊縫的設計長度为:

$$l = 60 \cdot \frac{1}{\sin \alpha} = 60 \times 1.4 = 840 \text{ 公厘}$$

例2-2 在連接等強度的條件下，把例 2-1 的連接設計成用蓋板的對接連接。

解：

蓋板所需的斷面積等於或大於被連接板的斷面積：

$$F_{\text{盖}} = F_{\text{主}} = 60 \times 1.4 = 84 \text{ 公分}^2,$$

採用兩對斷面為 280×10 公厘的菱形蓋板，蓋板的總面積為：

$$\Sigma F_{\text{盖}} = 4 \times 1 \times 28 = 112 > 84 \text{ 公分}^2$$

設蓋板為 60° 角的菱形，即得接头一側的焊縫總長度：

$$\Sigma l_{\text{盖}} = 4 \times 2 \times 28 = 224 \text{ 公分}.$$

焊縫的需要厚度：

$$h_{\text{盖}} = \frac{[N]}{0.7 m R_y^{\text{盖}} \Sigma l_{\text{盖}}} = \frac{176400}{0.7 \times 1 \times 1400 \times 224} = 0.81 \text{ 公分}$$

採用 $h_{\text{盖}} = 0.9$ 公分

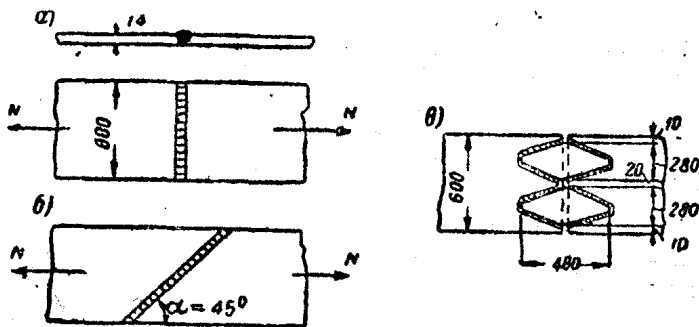


圖 2-5

2. 彎矩作用下對接焊縫的計算：

$$M \leq m R_p^{\text{盖}} W_{\text{盖}} \quad (2-6)$$

式中焊縫的截面矩量 $W_{\text{盖}}$ 按下列公式計算：

$$W_{\text{盖}} = \frac{\delta l_{\text{盖}}^2}{6}$$

彎曲時部分焊縫受拉，而另一部分受壓，計算中應當採用焊縫的受拉計算強度，這是因為手工焊接或半自動焊接時，受拉計算強度比受壓計算強度小些（見表2-1）。

3. 軸向力和彎矩同時作用下對接焊縫的計算。

在軸向力和彎矩同時作用的情況下(例如偏心受拉或受壓), 軸向力作用所引起的焊縫應力和彎矩作用所引起的焊縫應力相加時, 於是得到下列計算公式:

受拉同時受彎時:

$$\sigma = \frac{N}{F_w} + \frac{M}{W_w} = \frac{N}{\delta l_w} + \frac{6M}{\delta l_w^2} \leq m R_p^c \quad (2-7)$$

受壓同時受彎:

$$\sigma_w = \frac{N}{F_w} + \frac{M}{W_w} = \frac{N}{\delta l_w} + \frac{6M}{\delta l_w^2} \leq m R_c^c \quad (2-8)$$

式中 N ——軸向力;

M ——彎矩。

直的和斜的對接焊縫的計算草圖見圖2-6。

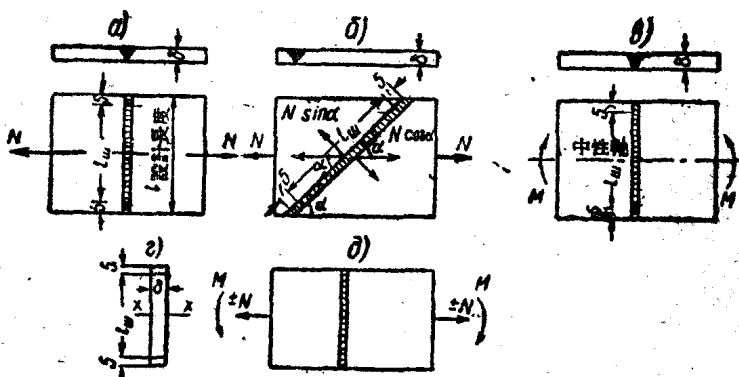


圖 2-6 直的和斜的對接焊縫的計算草圖

(二) 貼角焊縫

側焊縫和端焊縫的工作不同, 側焊縫會因受剪而破壞(見圖2-7, a)。

端焊縫的計算比較複雜, 同時受剪、受拉(或受壓)以及承受由於力在焊縫上偏心作用而引起的彎曲。但是實驗研究證明, 端焊縫和側焊縫一樣都是由於受剪而破壞, 並且在靜力荷載作用下, 端焊縫的強度稍高於側焊縫。這使得我們有可能只按受剪來計算側焊縫和端焊縫, 而貼角焊縫可能沿最小截面剪斷。

手工焊接时貼角焊縫可能是凸出的或是凹进的形状(图2-7, a 和 b)。凹形焊縫的截面比較緩和, 同时引起的应力集中較小, 这在焊縫受动力荷重的情形下表现得特別好。端焊縫受动力荷重时, 最好采用焊縫两边成1:1.5比例的坦式焊縫(图2-7, d)。

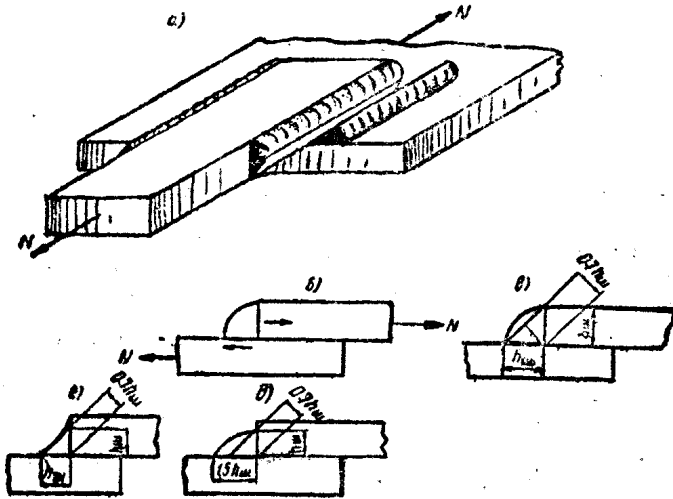


图 2-7 貼角焊縫的截面及其破坏情形

計算手工焊接的貼角焊縫截面时, 采用內切于焊縫截面的直角等边三角形来計算。三角形的直角边叫作焊縫厚度 h_w , 而三角形的高度是焊縫計算高度, 它是直角頂点向斜边作的垂綫, 并等于 $h_w \cdot \sin 45^\circ = 0.7h_w$ 。

1. 軸向力作用下貼角焊縫的計算: 計算貼角焊縫受軸向力作用时, 認為应力是沿整个焊縫面积均匀分布的。貼角焊縫的受力面积

$$F_w = 0.7h_w \cdot l_w$$

式中 h_w ——焊縫的厚度;

l_w ——焊縫的計算长度。軸向力計算公式为:

$$N \leq m 0.7h_w \cdot l_w \cdot R_y^c \quad (2-9)$$

式中 R_y^c ——貼角焊縫的計算强度(見表2-1)。

(2-9)式适用于侧焊缝、端焊缝及周边焊缝的情况下。

2. 受弯连接处贴角焊缝的计算：受弯时贴角焊缝的弯矩计算公式为：

$$M \leq m R_y^c \cdot W_w \quad (2-10)$$

式中 M ——作用在焊缝上的弯矩；

W_w ——焊缝纵向截面的截面矩量(图2-8)。这时焊缝的受力高度是焊缝截面的宽度，等于 $0.7h_w$ 。而焊缝的受力长度是焊缝截面高度，等于 $l_w = l_{np} - 10$ 公厘，焊缝截面矩量按照求矩形截面的截面矩量公式计算：

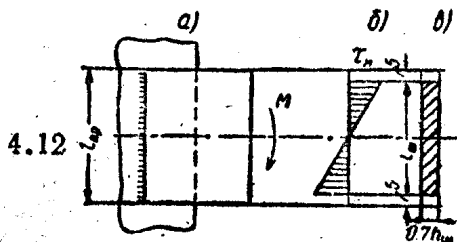


图2-8 构件受弯时贴角焊缝的工作

$$W_w = \frac{0.7h_w l_w^2}{6} \quad (2-11)$$

3. 受弯同时受轴向力作用的贴角焊缝的计算：贴角焊缝承受弯矩和轴向力的作用时(图2-9, a)，轴向力所引起的应力 τ_N 和弯矩引起的应力 τ_M ，都垂直于焊缝，相加时应当考虑它们的符号。焊缝的最大应力等于轴向力和弯矩所引起的应力的总和，这时的计算公式为

$$\tau_{max} = \frac{N}{F_w} + \frac{M}{W_w} = \frac{N}{0.7h_w l_w} + \frac{6M}{0.7h_w l_w^2} \leq m R_y^c \quad (2-12)$$

4. 受弯同时受剪的贴角焊缝的计算：贴角焊缝受弯同时受剪时，例如作用力平行于焊缝，但作用点与焊缝有一距离 e (图

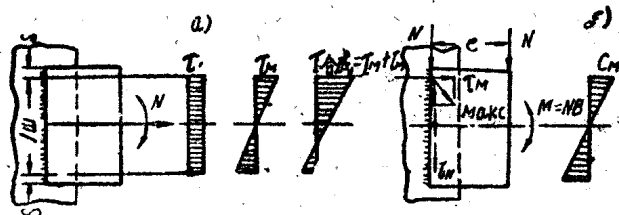


图2-9 构件受弯、受拉、受弯或受剪时贴角焊缝的工作

2-9,6), 則由作用力和弯矩在焊縫中所引起的应力量互相垂直。由剪力作用引起的应力順着焊縫的方向, 而由弯矩作用引起的应力垂直于焊縫。在这种情况下, 焊縫中最大的合成剪应力应当由几何相加求得, 那就是由如 τ_N 和 τ_M 的矩形对角綫, 其計算公式为:

$$\tau_{max} = \sqrt{\tau_N^2 + \tau_M^2} = \sqrt{\left(\frac{N}{0.7h_w l_w}\right)^2 + \left(\frac{6M}{0.7h_w l_w^2}\right)^2} \leq m R_y^c \quad (2-13)$$

5. 不对称的貼角焊縫的計算: 当貼角焊縫固定不对称构件时, 焊縫面积的分配应该使焊縫受力的重心与构件断面的重心重合(图2-4)。

两条焊縫所需要的总面积等于:

$$F_w = \frac{N}{m \cdot R_y^c} \quad (2-14)$$

分配給肢和背的焊縫面积相应的按下列公式計算:

分配角鋼背的焊縫面积为

$$F'_w = \frac{F_w \cdot e''}{e' + e''} \quad (2-15)$$

分配角鋼肢的焊縫面积为

$$F''_w = \frac{F_w \cdot e'}{e' + e''} \quad (2-16)$$

随后按照連接条件所可能有的焊縫长度或按照生产上的理由来选定焊縫的长度和厚度。

为了計算方便, 令 $\frac{e''}{e' + e''} = K_2$, $\frac{e'}{e' + e''} = K_1$, 各种角鋼的 K_1 、 K_2 值見表 2-2。

表 2-2

多种角鋼的 K_1 和 K_2 值

所連构件	K_1	K_2
等肢角鋼	0.3	0.7
不等肢角鋼短肢相連	0.25	0.75
不等肢角鋼长肢相連	0.35	0.65