

講義日程

講義ノートURL

<http://www.osakac.ac.jp/labs/s-jeong/mechadesign1>

- 第1回: 機械設計及び機械材料
- 第2回: 許容応力1(静荷重、繰返し荷重)
- 第3回: 許容応力2(衝撃荷重、応力への影響因子)
- 第4回: 安全率
- 第5回: ねじの基礎
- 第6回: ねじの締め付け力と締め付けトルク
- 第7回: ねじの強度
- 第8回: 中間試験
- 第9回: キー、軸の設計
- 第10回: 軸継手
- 第11回: クラッチ
- 第12回: リベット継手、溶接継手とその設計
- 第13回: はめあい及び表面粗さ
- 第14回: 前期試験
- 第15回: まとめ

講義目標

1. リベット継手の設計法について理解する
2. 溶接継手の設計法について理解する

2.3 リベット及びリベット継手

重ね合せた板の穴に軸部を差し込んで、
軸端をかしめて締結する要素

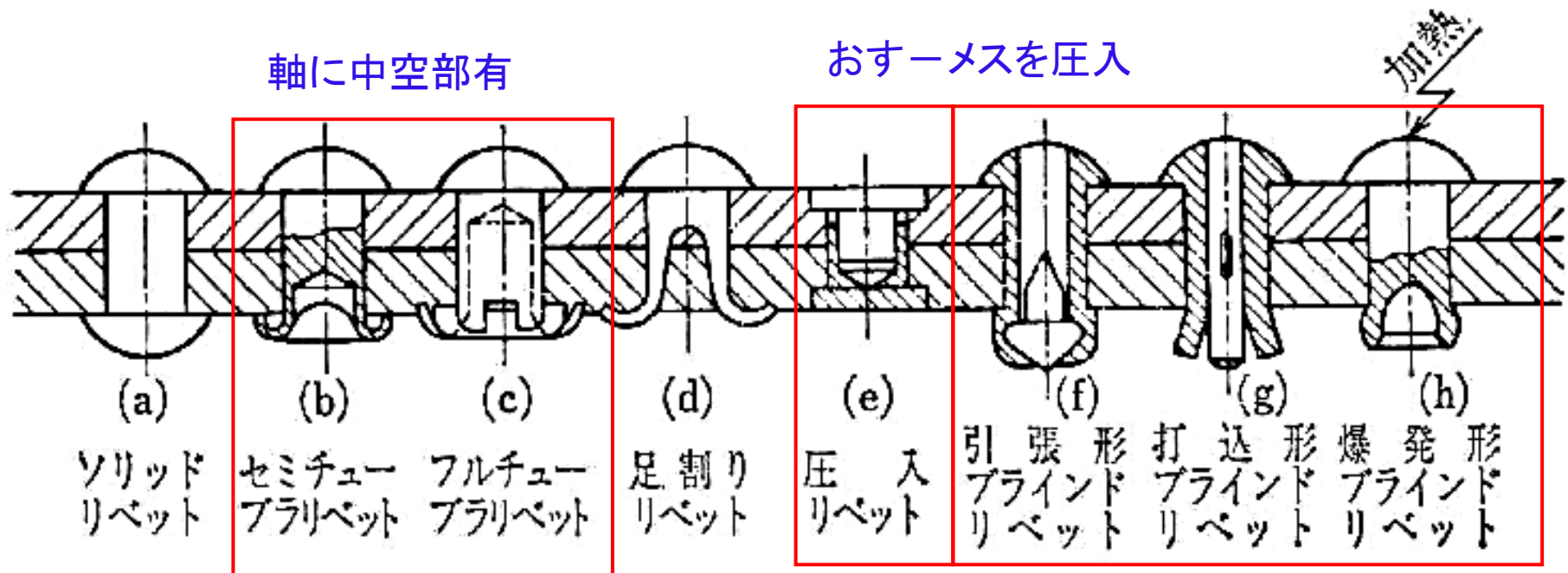
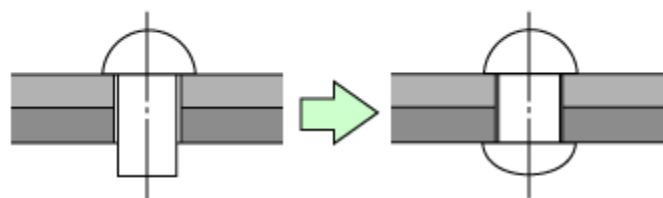


図 2・34 リベットの種類 差し込んだ側からかしめが可能

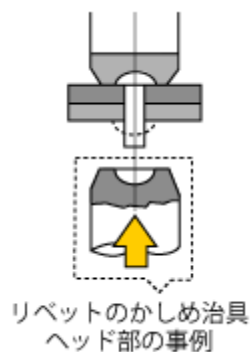
■リベット結合の例

ーソリッドリベット



かしめ前のリベット

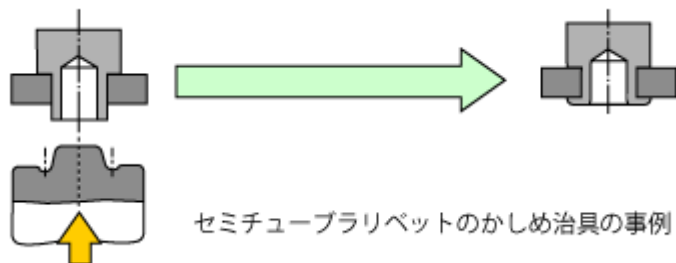
かしめ後のリベット状態



リベットのかしめ治具
ヘッド部の事例

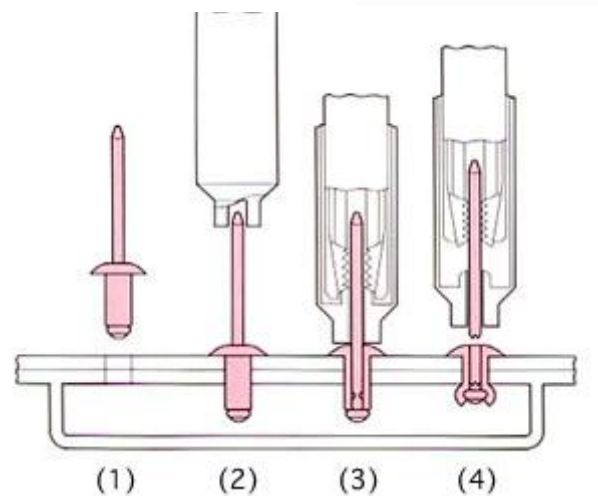


ーセミチューブリベット



セミチューブラリベットのかしめ治具の事例

ー引張り型ブラインドリベット



■リベット継ぎ手の種類

①形式による分類

重ね継手、突合せ継手 { 片目板
両目板

②リベットの列数による分類

単列、複列 { 並列
千鳥形

③せん断面の数

- － 1面せん断リベット
： 重ね継手、片目板突合せ
- － 2面せん断リベット
： 両目板突合せ

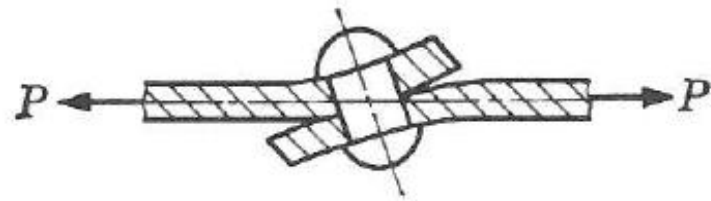
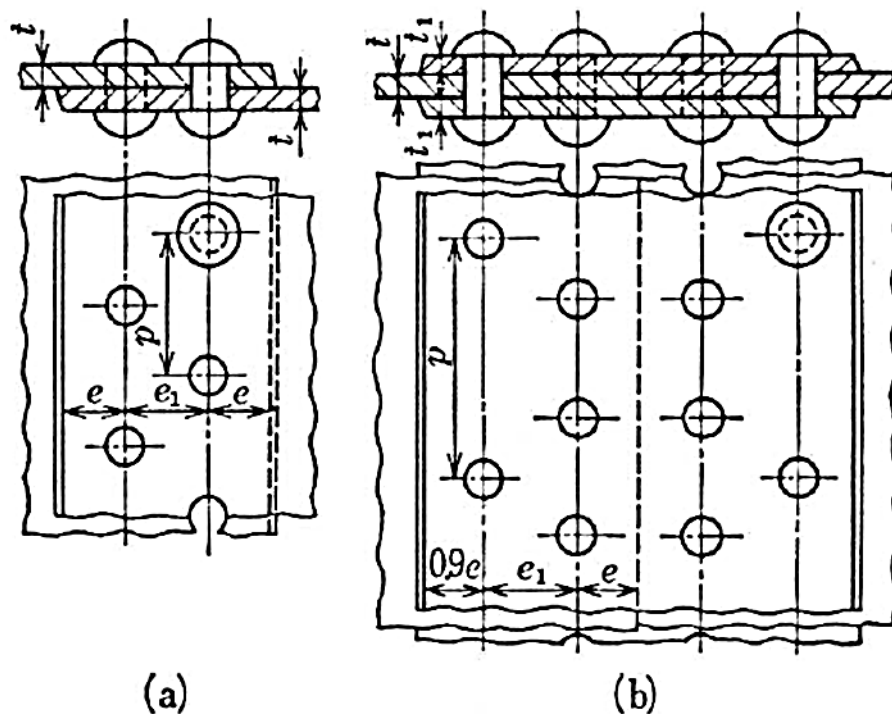


図 2・36 重ね継手に生じる曲げ作用



(a) 2列重ね継手
(千鳥形)

(b) 両目板2列突合
せ継手

図 2・37

■リベット継手の強さ

1. 摩擦力によって外力を支える場合

$$P = \mu \sigma \frac{\pi}{4} d_1^2$$

リベット穴

2. せん断力で支える場合

(1) リベットせん断 $P_1 = (\pi/4) d_1^2 \tau$

(2) リベット軸及び穴面の押しつぶし $P_2 = d_1 t \sigma_c$

(3) リベット穴間での板の切断 $P_3 = t(p - d_1) \sigma_1$

(4) リベット穴と板の端間での板のせん断

$$P_4 = 2(e - d_1/2) t \tau_1 = (2e - d_1) t \tau_1$$

(5) リベット穴と板の端間での板の破裂

$$P_5 = (2e - d_1)^2 t \sigma_{b1} / 3 d_1$$

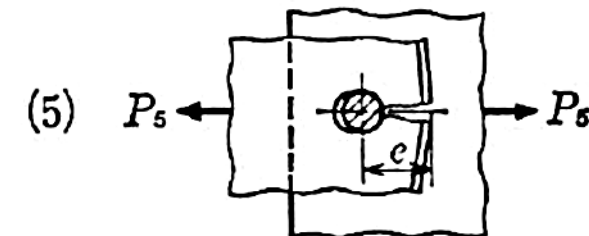
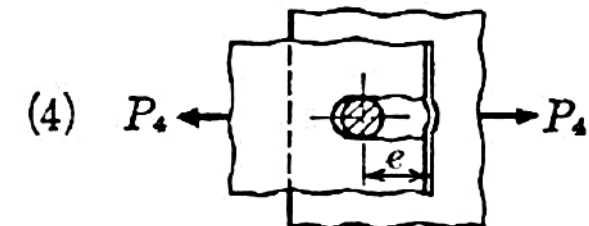
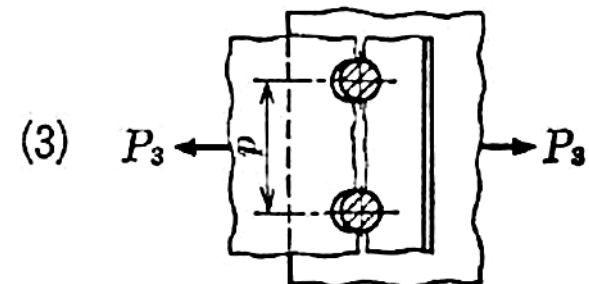
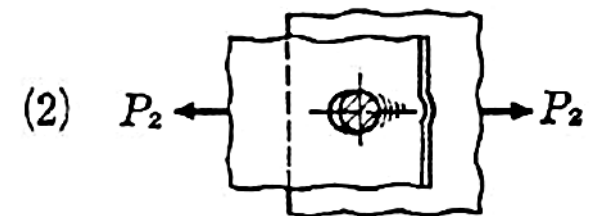
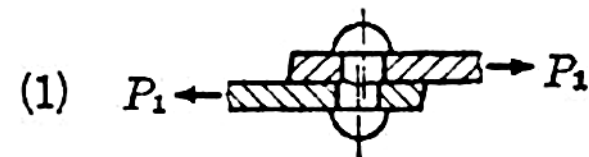


図 2・38 リベット継手の破壊の様式

■リベット継手の効率

$$\text{リベット継手の効率} = \frac{\text{リベット継手の強さ}}{\text{リベット穴のない場合の板の引張り強さ}}$$

(1) 板の効率

$$\eta_p = \frac{(p-d_1)t\sigma_1}{pt\sigma_1} = \frac{p-d_1}{p}$$

リベット間ピッチ

(2) リベット効率

$$\eta_r = \frac{\pi d_1^2 (n_1 + kn_2) \tau}{4pt\sigma_1}$$

1面せん断リベット数

2面せん断リベット数

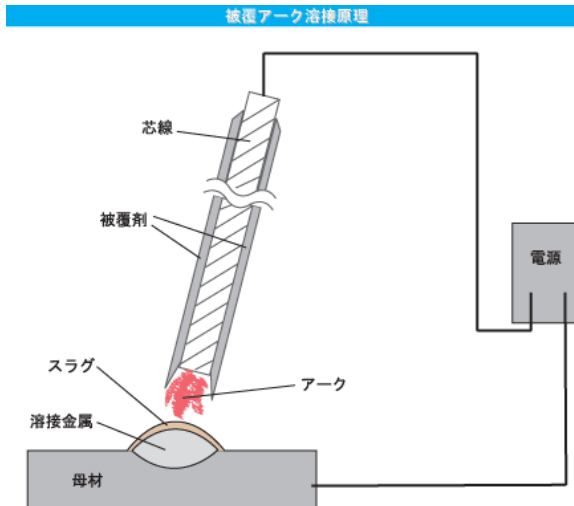
(3) 連合効率

$$\eta_c = \frac{(p-nd_1)t\sigma_1 + \pi/4 \cdot d_1^2 (n_1 + kn_2) \tau}{pt\sigma_1} = \frac{p-nd_1}{p} + \frac{\pi d_1^2 (n_1 + kn_2) \tau}{4pt\sigma_1}$$

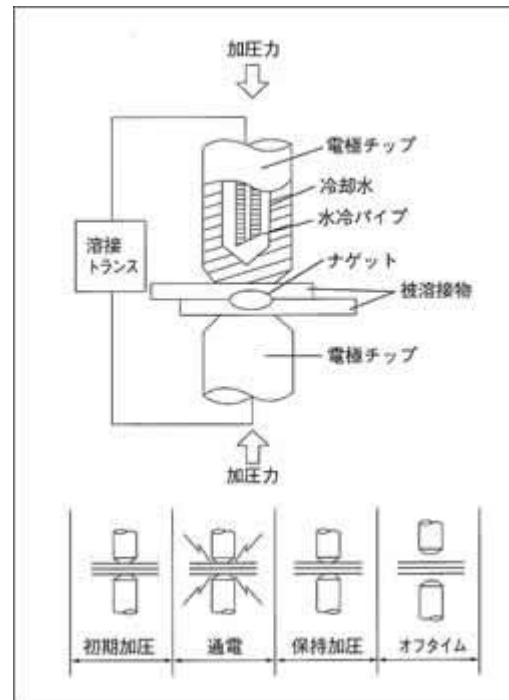
2.4 溶接継手

一融接（アーク溶接）：機械、船舶などの鋼構造物の溶接

一ろう接：銅合金や気密、水密が要求される薄板物の溶接



一圧接（スポット溶接）：自動車、家電製品などの薄板ものの溶接



■溶接継手の種類

開先(グループ):母材に設けた溝

開先に盛金を行う溶接

開先なしで断面が三角形状になるように溶接

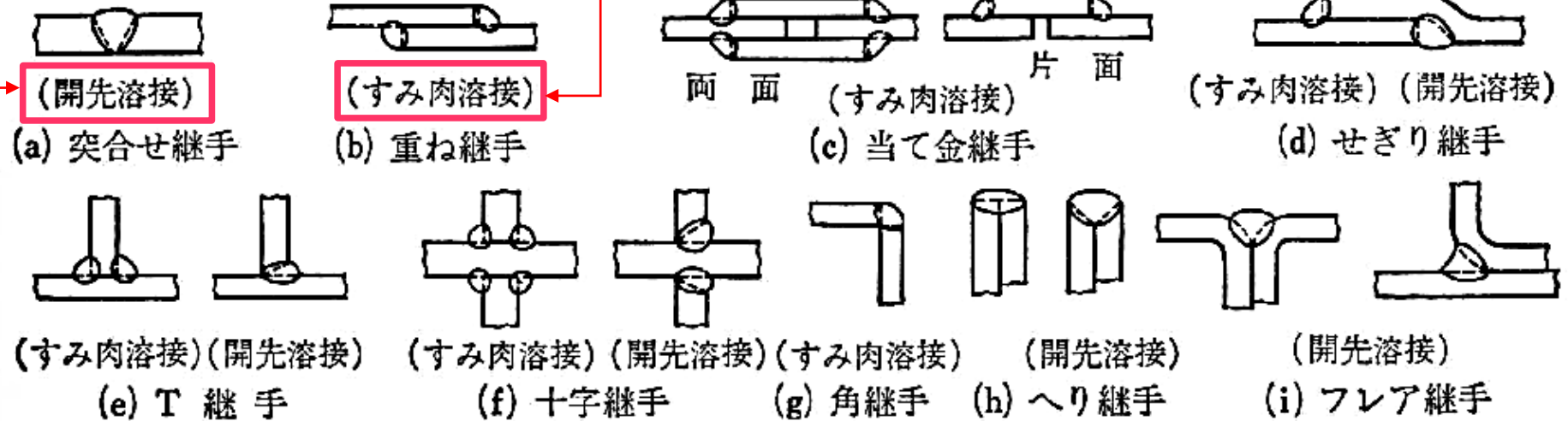


図 2・46 溶接継手の種類

2つの部材の完全な結合のためには、接合面に十分な溶込みが必要

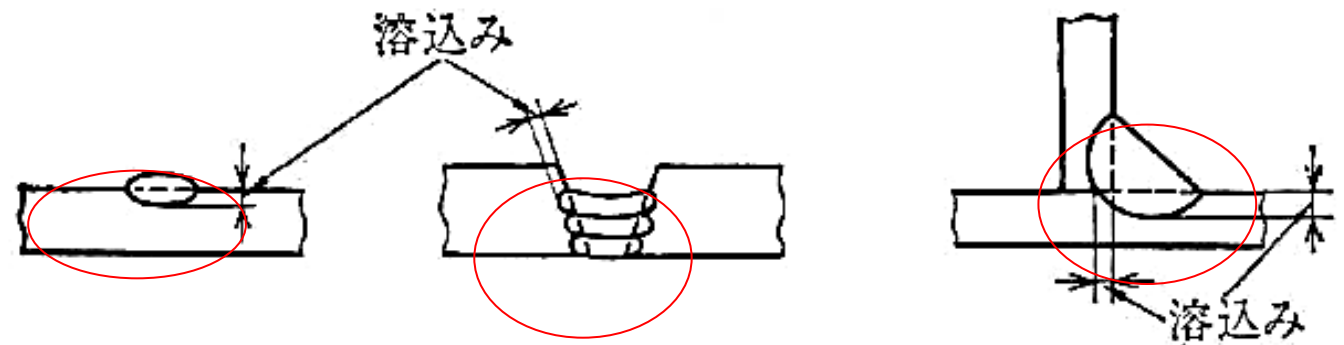
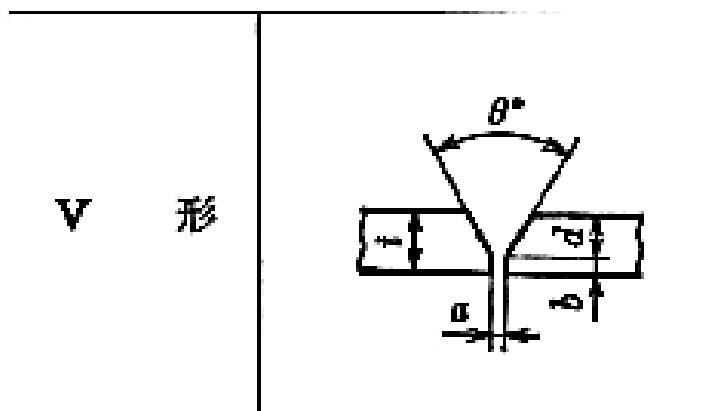
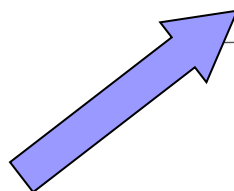


図 2・47 溶 込 み

■開先の形状



a:ルート間隔、b:ルート面
r:ルート半径、d:開先深さ
 θ :開先角度($\theta/2$:ベベル角度)



溶接の諸欠点は開先形状により影響

■開先形状の選定

- ①開先空間: 接合面に十分な溶けこみを与えられれば、小さいほうがよい。
- ②ルート間隔: 開先角度が小さいほど大きくなる
- ③ルート間隔が大きすぎ、又は片側溶接の場合: 裏当て金を使用

表 2・13 開先の標準形状

片側溶接			両側溶接		
I 形		$t = 1.6$ 以下 $a = 1.6$ 以下 $t = 4.5$ 以下 $a = 4.5$ 以下 ○裏当て金を用いるとき	両面 I 形		t 3.2 以下 3.2~6 a 0 $t/2$ 以下
V 形		$t = 6 \sim 19$ $a = 3.2 \sim 6$ $\theta = 60^\circ$ 以上 $b = 3.2$ 以下 ○裏当て金を用いるとき θ 45° 以上 20° 以上 12° 以上 a 6 以上 12 以上 12 以上 $b = 0$	X 形		$t = 20 \sim 40$ $a = 3.2 \sim 6$ $\theta = 60^\circ$ 以上 $b = 1.6$ 以下
レ 形		$t = 6 \sim 19$ $a = 3.2 \sim 6$ $\theta = 45^\circ$ 以上 $b = 3.2$ 以下 ○裏当て金を用いるとき $\theta/2$ 45° 以上 35° 以上 25° 以上 a 6 以上 9 以上 9 以上 $b = 0$	K 形		$t = 20 \sim 40$ $a = 3.2 \sim 6$ $\theta = 45^\circ$ 以上 $b = 1.6$ 以下
U 形		$t = 20 \sim 40$ $a = 5$ 以下 $\theta = 45^\circ$ 以上 $b = 1.5 \sim 5$ $r = 6$	H 形		$t = 40 \sim$ $a = 5$ 以下 $\theta = 45^\circ$ 以上 $b = 1.5 \sim 5$ $r = 6$
J 形		$t = 20 \sim 40$ $a = 4.5$ 以下 $\theta = 35^\circ$ 以上 $b = 1.6 \sim 4.5$ $r = 12$	両面 J 形		$t = 40 \sim$ $a = 4.5$ 以下 $\theta = 35^\circ$ 以上 $b = 1.6 \sim 4.5$ $r = 12$

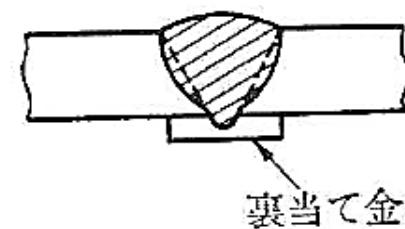


図 2・50 裏当て金

■溶接継手の強さ

(1) 静的強さ

一突合せ継手

溶接厚さ: 板厚 t を基準

溶接長さ: $l_e = l - t$ 実際の長さ

有効溶接長さ

一すみ肉溶接継手:

溶接厚さ:

$$s_t = s \cdot \cos 45 = 0.707s$$

$$t \geq s \geq 1.3\sqrt{t}$$

溶接長さ:

$$l_e = l - 2(s_t \sim s) = l - (1.4 \sim 2)s$$

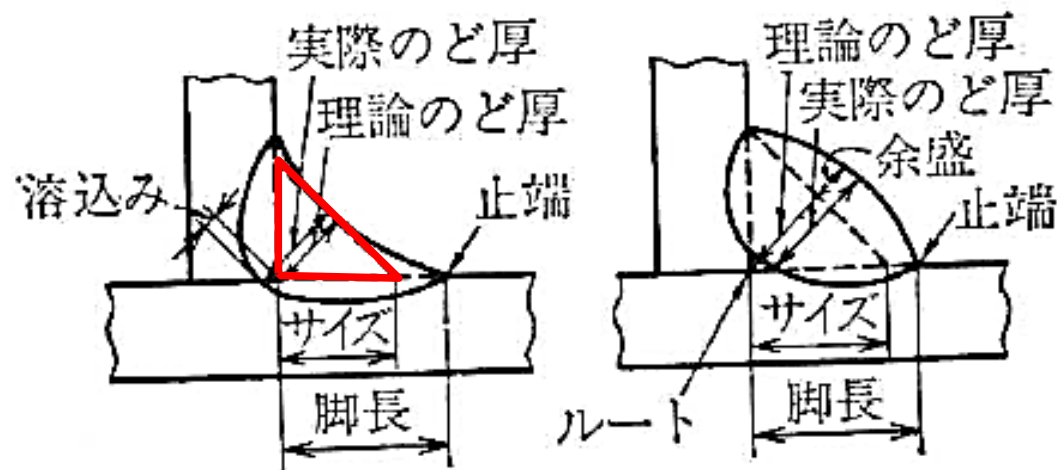
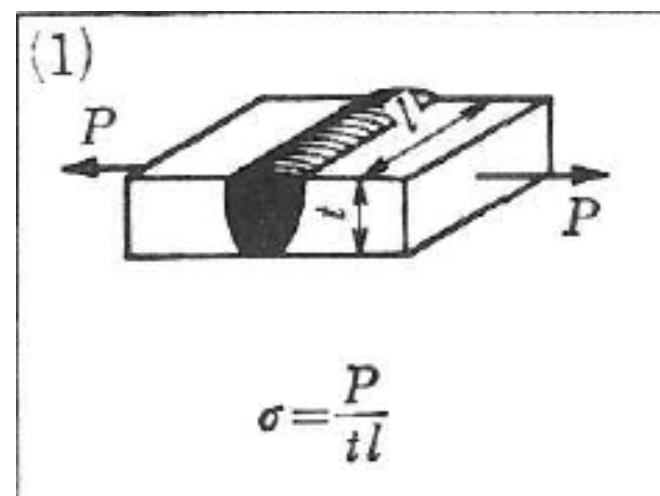
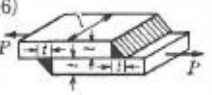
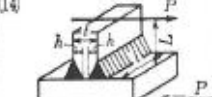
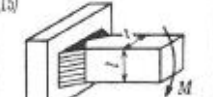
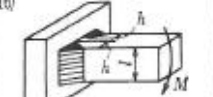
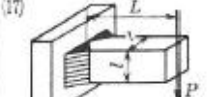
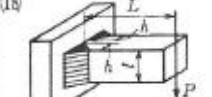
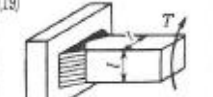
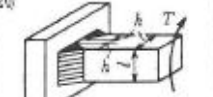
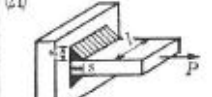
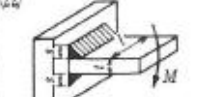
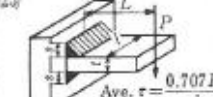
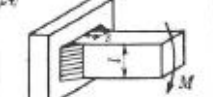
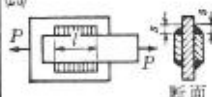
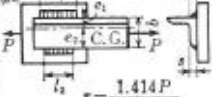
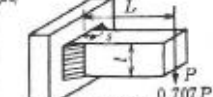
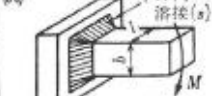
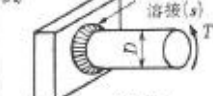
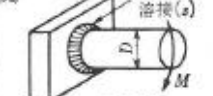
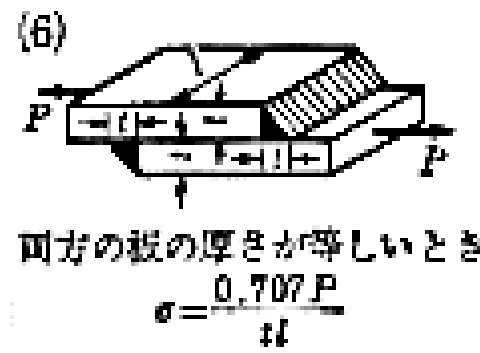


図 2.52 すみ肉の寸法

表 2・14 溶接継手の応力計算式 (C. H. Jennings)

(1)  $\sigma = \frac{P}{tl}$	(2)  $\sigma = \frac{P}{(h_1 + h_2)l}$	(3)  $\sigma_s = \frac{6M}{lt^2}$	(4)  $\sigma_s = \frac{3tM}{lh(3t^2 - 6th + 4h^2)}$
(5)  $\sigma = \frac{0.707P}{tl}$	(6)  両方の板の厚さが等しいとき $\sigma = \frac{0.707P}{tl}$	(7)  すみ肉 A と B における応力は等しい $\sigma = \frac{1.414P}{(t_1 + t_2)l}$	(8)  すみ肉 A $\sigma = \frac{1.414P}{(t_1 + t_2)l}$ すみ肉 B $\sigma = \frac{1.414Pt_2}{hl(t_1 + t_2)}$
(9)  $\sigma = \frac{P}{tl}$	(10)  $\sigma = \frac{P}{(h_1 + h_2)l}$	(11)  $\sigma_s = \frac{6M}{lt^2}$	(12)  $\sigma_s = \frac{3tM}{lh(3t^2 - 6th + 4h^2)}$
(13)  $\sigma_s = \frac{6PL}{lt^2}$ $\tau = \frac{P}{lt}$	(14)  $\sigma_s = \frac{3tPL}{lh(3t^2 - 6th + 4h^2)}$ $\tau = \frac{P}{2lh}$	(15)  $\sigma_s = \frac{6M}{lt^2}$	(16)  $\sigma_s = \frac{3M}{hl^2}$
(17)  $\sigma_s = \frac{6PL}{lt^2}$ $\tau = \frac{P}{lt}$	(18)  $\sigma_s = \frac{3PL}{h^2}$ $\tau = \frac{P}{2hl}$	(19)  $\tau = \frac{T(3l + 1.8t)}{t^2s^2}$	(20)  $\tau = \frac{T}{2(t-h)(l-h)h}$
(21)  $\sigma = \frac{0.707P}{sl}$	(22)  $\sigma_s = \frac{1.414M}{sl(t+s)}$	(23)  Ave. $\tau = \frac{0.707P}{sl}$ Max. $\sigma = \frac{P}{sl(t+s)} \sqrt{\frac{2l^2 + (t+s)^2}{2}}$	(24)  $\sigma_s = \frac{4.24M}{s^2l}$
(25)  $\tau = \frac{0.354P}{sl}$	(26)  $\tau = \frac{1.414P}{s(l_1 + l_2)}$ $l_1 = \frac{1.414Pe_2}{\tau s b}$ $l_2 = \frac{1.414Pe_1}{\tau s b}$	(27)  $\tau = \frac{0.707P}{sl}$	(28)  Ave. $\tau = \frac{0.707P}{sl}$ Max. $\sigma_s = \frac{4.24PL}{s^2l}$
(29)  すみ肉部 $\sigma = \frac{1.414P}{2tl + t_1l_1}$ 突合せ部 $\sigma = \frac{P}{2tl + t_1l_1}$	(30)  すみ肉溶接(s) $\sigma_s = \frac{4.24M}{s(b^2 + 3l(b+s))}$	(31)  すみ肉溶接(s) $\tau = \frac{2.93T}{sD^2\pi}$	(32)  すみ肉溶接(s) $\sigma_s = \frac{5.66M}{sD^3\pi}$



(2) 疲れ強さ

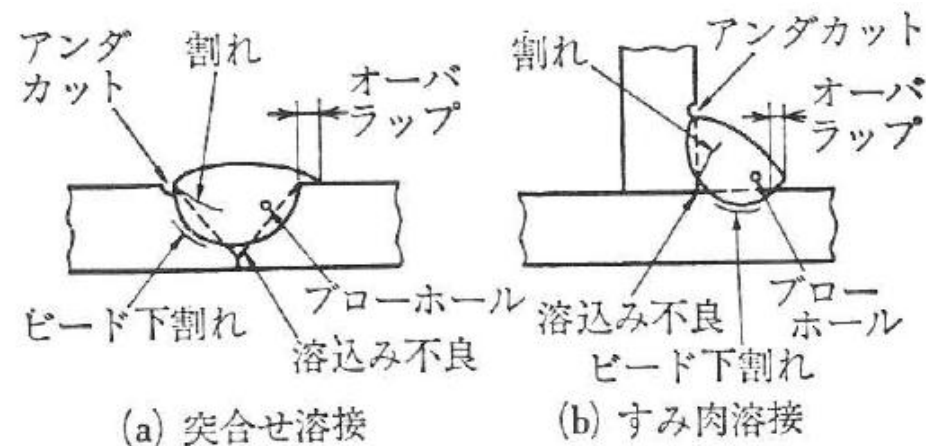


図 2・53 溶接欠陥

溶接欠陥による応力集中

■溶接の許容応力

$$\text{溶接継手の許容応力} \quad \sigma_A = \eta \sigma$$

継手効率
母材の許容応力

表 2・15 溶接継手の効率 (JIS B 8243)

分類 番号	溶接継手の種類	溶接継手の効率 (%)		
		全線放射線試験を行うもの	部分放射線試験を行うもの	放射線試験を行わないもの
(1)	突合せ両側溶接またはこれと同等以上と見なされる突合せ片側溶接継手	100	95	70
(2)	裏当て金を使用した突合せ片側溶接継手で当て金を残す場合	90	85	65
(3)	(1), (2) 以外の突合せ片側溶接継手	—	—	60
(4)	両側全厚すみ肉重ね溶接継手	—	—	55
(5)	プラグ溶接を行う片側全厚すみ肉重ね溶接継手	—	—	50
(6)	プラグ溶接を行わない片側全厚すみ肉重ね溶接継手	—	—	45