

打抜き圧力の算定／パンチの設計

打抜き圧力の概算値を求めるには次式で計算される。

■ 丸用

$$P = r \cdot 2 \pi \cdot t \cdot \tau$$

P : 打抜き圧力
 τ : せん断抵抗 kgf/mm²
 r : 円の半径 (mm)

π : 円周率
 t : 板厚 (mm)

■ 四角用

$$P = \tau \cdot L \cdot t$$

P : 打抜き加工力
 τ : 引張り強さ
 L : 打抜き周長
 (縦×横などの外周)
 t : 板厚

各種材料のせん断抵抗kg / mm²

材	料	軟質	硬質
軟	鋼板 0.1% C	25	32
軟	鋼板 0.2% C	32	40
軟	鋼板 0.3% C	36	48
軟	鋼板 0.4% C	45	56
18-8	ステンレス鋼板	53	56
アルミニウム	A1P3	7	9
耐食アルミニウム	合金板	8	11
高力アルミニウム	合金板 A3P2	13	25
黄銅	板	25	32
洋銀		29~39	45~46
ケイ素鋼板		45	56
	銅 (硬質)	18~22	25~30
紙		3	9

※ $\tau \approx 0.8 \sigma_B$ (引張り強さの約80%)

※ せん断抵抗値を求める式

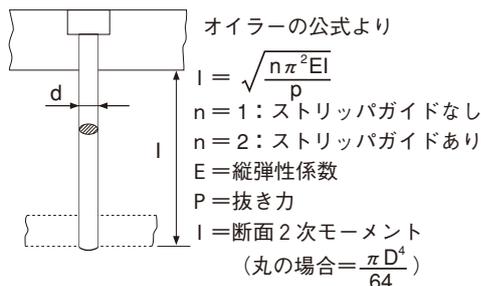
$$T = G \gamma$$

G : 横弾性係数
 E : 縦弾性係数の約0.4
 γ : せん断ひずみ

■ パンチの設計

パンチの設計では

- ① 穴抜きは穴寸法＝パンチの寸法とする
- ② 外径抜きパンチは外径形状寸法によりクリアランス分小さくする。
(外径寸法＝ダイ寸法とする)
- ③ パンチの全長の計算



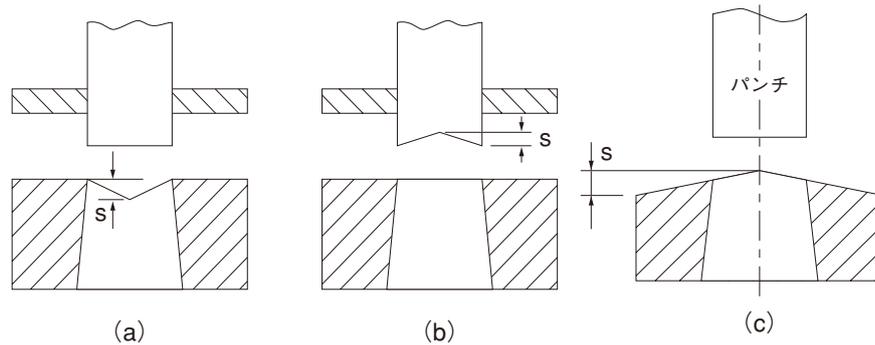
計算例

加工穴径 (D) : ϕ 2.0
 加工材質 : SUS304 ($\tau = 53 \text{ kgf/mm}^2$)
 加工板厚 (t) : 1.0

- ① 抜き力 : $P = \pi \cdot D \cdot t \cdot \tau$

$$= \pi \times 2 \times 1 \times 53$$

$$\approx 332.8 [\text{kgf}]$$
 - ② 縦弾性係数 : $2.1 \times 10^4 \text{ kg/mm}^2$ とする
 - ③ 断面2次モーメント : $I = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi \times 2^4}{64} = 0.785$
- ①～③をオイラーの式に代入する。n = 1 とする
- $$l = \sqrt{\frac{n \pi^2 E I}{P}}$$
- $$l = \sqrt{\frac{1 \times \pi^2 \times 2.1 \times 10^4 \times 0.785}{332.8}}$$
- $$\approx 22.1 [\text{mm}]$$
- 安全率を3として
 $22.1 \div 3 \approx 7.37 [\text{mm}]$ ←パンチ長さ



シャー角を付けた穴抜き加工

パンチやダイにシャー角を付けた場合の打抜きせん断力は、次式によって求める事が出来ます。

$$Ps = \ell \cdot t \cdot Ks \cdot C$$

Ps = 打抜きせん断力 (kgf/mm²、N/mm²)

単位に注意

ℓ : 打抜く輪郭 (mm)

t : 板厚 (mm)

Ks : せん断抵抗 (kgf/mm²、N/mm²)

C : s により決まる係数

$s = t$ の場合 $c = 0.4 \sim 0.6$

$s = 2t$ の場合 $c = 0.2 \sim 0.4$

■ ダイの逃がし形状

アンギュラタイプ	ストレート付き アンギュラ	ドリルエンドミル 逃がし
板厚0.55未満 $a : 6^\circ \sim 12^\circ$ 板厚0.55以上 $a : 10^\circ \sim 20^\circ$	板厚0.5~3.0 $s : 2.0 \sim 8.0$ $b : 1^\circ \sim 2^\circ$	板厚0.5~3.0 $s : 2.0 \sim 8.0$ $x : 0.2 \sim 1.0$

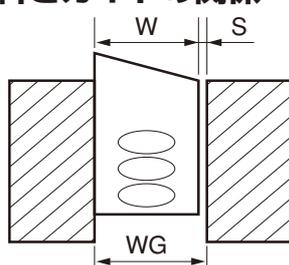
■ パイロットの設計

パイロットは抜きパンチより全長を2~3mm長く設計します。パイロット径は穴寸法より0.02~0.03mm小さく作ります。精度を必要とするものでは、0.01mm程度小さく作ります。(板厚のせん断面を考える。約2/3)

■ ストリッピング力

ストリッピング力は抜き加工の5%程度の大きさです。この値を最小値と考え、ばねを選択します。製品の面精度を必要とするときは抜き加工力の20%~30%程度のばね圧力が必要になります。

■ 材料とガイドの関係



$$WG = W(\max) + S$$

$$S = 0.2 \sim 0.5 \text{ mm}$$