

【製品データ】エジェクタピン・エジェクタスリーブの強度計算

■エジェクタピン・エジェクタスリーブの強度計算について

エジェクタピン・エジェクタスリーブにはキャビティ内に熔融樹脂が充填されるときに圧縮荷重がかかります。細長い部品が圧縮荷重を受けると『座屈』現象が発生し、ピンの途中で曲がりや折れ、折れる場合があります。『座屈』を防止するためには、あらかじめ強度計算を行った上で、適切な形状を選定する事をお奨めします。

(1) 座屈荷重 P [kgf] の算出：

一般にエジェクタピンの座屈強度の計算はオイラーの式を用いて行います。

$$P = n \pi^2 AE \left(\frac{K}{L} \right)^2$$

(2) 圧縮荷重 P₁ [kgf] の算出：

圧縮荷重とは熔融樹脂の充填・保圧の際にエジェクタピンに加わる荷重のことです。

$$P_1 = p \times A$$

n: 端末条件による定数	
ストレートのとき	n=4
段付のとき	n=2.05
A: 断面積 [mm ²]	
丸のとき	$\frac{\pi d^2}{4}$
円筒のとき	$\frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2)$
E: 縦弾性係数	21000 [kgf/mm ²]
K: 断面二次半径	$K = \sqrt{I/A}$ [mm]
丸のとき	$K = d/4$
円筒のとき	$K = \sqrt{d^2 + d_1^2} / 16$
I: 断面二次モーメント [mm ⁴]	
丸のとき	$I = \frac{\pi d^4}{64}$
円筒のとき	$I = \frac{\pi}{64} (d^4 - d_1^4)$
p: キャビティ内圧力 [kgf/mm ²]	

(3) 安全率の算出：

$$S = \frac{P}{P_1}$$

【安全率の値の検討】：安全率 (S) は下記の様々な要因により左右されます。

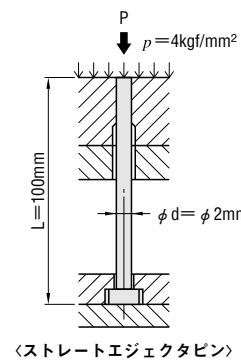
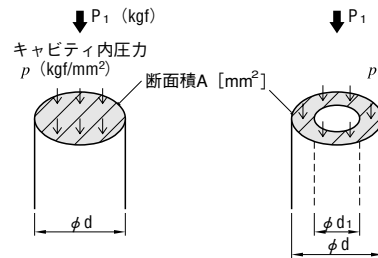
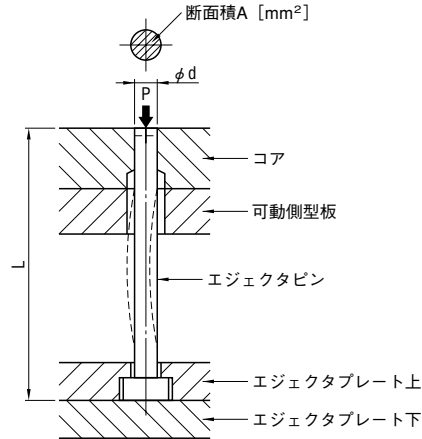
- ・荷重見積りの不確かさ
 - ・材料の強さのばらつき
 - ・熱処理の影響
 - ・切り欠き効果
 - ・仕上げ面粗さ
 - ・使用中の摩耗や腐食
 - ・熱による膨張や収縮
 - ・疲労
 - ・衝撃
 - ・成形品を押し出す時の離型抵抗等
- 具体的には、各社における経験値を考慮した社内設計基準をあらかじめ決定しておいて、これらを目安にして計算結果の適否を判断してください。

■エジェクタピンの強度計算例

【計算例1】ストレートエジェクタピンの場合

直径 (d) がφ2mm、全長 (L) が100mmのストレートエジェクタピンにキャビティ内圧力p=4kgf/mm²が加わる条件下での座屈強度を検討する。

- オイラーの式より $P = n \pi^2 AE \left(\frac{K}{L} \right)^2$
 $= 4 \times \pi^2 \times \frac{\pi \times 2^2}{4} \times 21000 \times \left(\frac{2/4}{100} \right)^2$
 $= 65 \text{ (kgf)}$
- エジェクタピンに加わる圧縮荷重P₁は、
 $P_1 = p \times A$
 $= p \times \frac{\pi d^2}{4}$
 $= 4 \times \frac{\pi \times 2^2}{4}$
 $= 12.6 \text{ (kgf)}$
- したがって安全率 (S) は、
 $S = \frac{P}{P_1} = \frac{65}{12.6} \approx 5.2$ となる。



〈ストレートエジェクタピン〉

【計算例2】段付エジェクタピンの場合

先端の直径 (d) がφ1.2mm、全長 (L) が100mm、先端部長さ (ℓ) が40mmの段付エジェクタピンにキャビティ内圧力p=4kgf/mm²が加わる条件下での座屈強度を検討する。

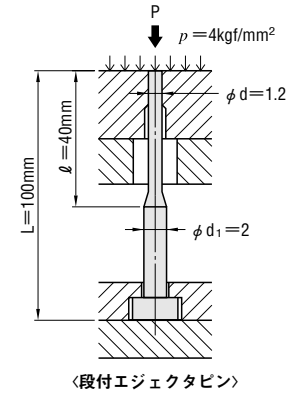
(A) 先端部の座屈強度計算

- オイラーの式より $P = n \pi^2 AE \left(\frac{K}{\ell} \right)^2$
 $= 2.05 \times \pi^2 \times \frac{\pi \times 1.2^2}{4} \times 21000 \times \left(\frac{1.2/4}{40} \right)^2$
 $= 27.0 \text{ (kgf)}$
- 一方、エジェクタピンに加わる圧縮荷重P₁は、
 $P_1 = p \times A$
 $= p \times \frac{\pi d^2}{4}$
 $= 4 \times \frac{\pi \times 1.2^2}{4}$
 $= 4.5 \text{ (kgf)}$
- したがって安全率 (S) は、
 $S = \frac{P}{P_1} = \frac{27.0}{4.5} \approx 6.0$ となる。

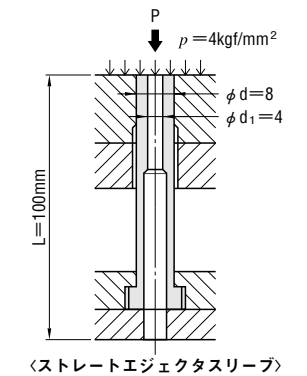
(B) 保持径部の座屈強度計算

段付エジェクタピンの強度計算は非常に複雑なために、先端径φd、全長Lのストレートエジェクタピンと仮定し計算します。

- オイラーの式より $P = n \pi^2 AE \left(\frac{K}{L} \right)^2$
 $= 4 \times \pi^2 \times \frac{\pi \times 1.2^2}{4} \times 21000 \times \left(\frac{1.2/4}{100} \right)^2$
 $= 8.42 \text{ (kgf)}$
- 一方、エジェクタピンに加わる圧縮荷重P₁は、
 $P_1 = p \times A$
 $= p \times \frac{\pi d^2}{4}$
 $= 4 \times \frac{\pi \times 1.2^2}{4}$
 $= 4.52 \text{ (kgf)}$
- したがって安全率 (S) は、
 $S = \frac{P}{P_1} = \frac{8.42}{4.52} \approx 1.9$ となる。



〈段付エジェクタピン〉



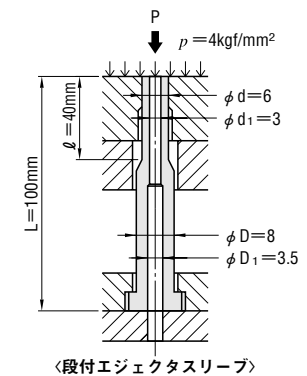
〈ストレートエジェクタスリーブ〉

■エジェクタスリーブの強度計算例

【計算例3】ストレートエジェクタスリーブの場合

左図のストレートエジェクタスリーブにキャビティ内圧力p=4kgf/mm²が加わる条件下での座屈強度を検討する。

- オイラーの式より $P = n \pi^2 AE \left(\frac{K}{L} \right)^2$ * $K = \sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{16}}$
 $= 4 \times \pi^2 \times \frac{\pi (8^2 - 4^2)}{4} \times 21000 \times \left(\frac{\sqrt{(8^2 + 4^2)/16}}{100} \right)^2$
 $= 15600 \text{ (kgf)}$
- 一方、段付エジェクタスリーブに加わる圧縮荷重P₁は、
 $P_1 = p \times A$
 $= p \times \frac{\pi (d^2 - d_1^2)}{4}$
 $= 4 \times \frac{\pi \times (8^2 - 4^2)}{4}$
 $= 151 \text{ (kgf)}$
- したがって安全率 (S) は、
 $S = \frac{P}{P_1} = \frac{15600}{151} \approx 103$ となる。



〈段付エジェクタスリーブ〉

【計算例4】段付エジェクタスリーブの場合

先端の直径 (d) がφ6mm、穴径 (d₁) がφ3mm全長 (L) が100mm、先端部長さ (ℓ) が40mm、保持径 (D) がφ3mm逃げ穴径 (D₁) がφ3.5mmの段付エジェクタスリーブにキャビティ内圧力p=4kgf/mm²が加わる条件下での座屈強度を検討する。

(A) 先端部の座屈強度計算

- オイラーの式より $P = n \pi^2 AE \left(\frac{K}{\ell} \right)^2$ * $K = \sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{16}}$
 $= 2.05 \times \pi^2 \times \frac{\pi (6^2 - 3^2)}{4} \times 21000 \times \left(\frac{\sqrt{(6^2 + 3^2)/16}}{40} \right)^2$
 $= 15810 \text{ (kgf)}$
- 一方、段付エジェクタスリーブに加わる圧縮荷重P₁は、
 $P_1 = p \times A$
 $= p \times \frac{\pi (d^2 - d_1^2)}{4}$
 $= 4 \times \frac{\pi \times (6^2 - 3^2)}{4}$
 $= 84.8 \text{ (kgf)}$
- したがって安全率 (S) は、
 $S = \frac{P}{P_1} = \frac{15810}{84.8} \approx 186$ となる。

(B) 保持径部の座屈強度計算

段付エジェクタスリーブの強度計算は非常に複雑なため、先端径d、d₁のストレートエジェクタスリーブと仮定し計算します。

- オイラーの式より $P = n \pi^2 AE \left(\frac{K}{L} \right)^2$ * $K = \sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{16}}$
 $= 4 \times \pi^2 \times \frac{\pi (6^2 - 3^2)}{4} \times 21000 \times \left(\frac{\sqrt{(6^2 + 3^2)/16}}{100} \right)^2$
 $= 4940 \text{ (kgf)}$
- 一方、エジェクタピンに加わる圧縮荷重P₁は、
 $P_1 = p \times A$
 $= p \times \frac{\pi (d^2 - d_1^2)}{4}$
 $= 4 \times \frac{\pi \times (6^2 - 3^2)}{4}$
 $= 84.7 \text{ (kgf)}$
- したがって安全率 (S) は、
 $S = \frac{P}{P_1} = \frac{4940}{84.7} \approx 58.3$ となる。