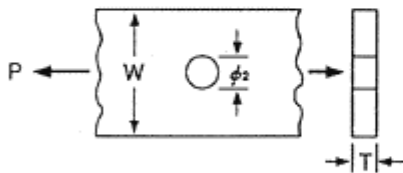
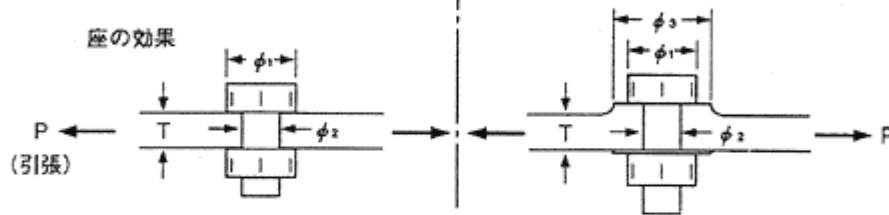
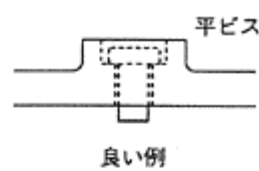
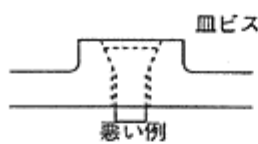
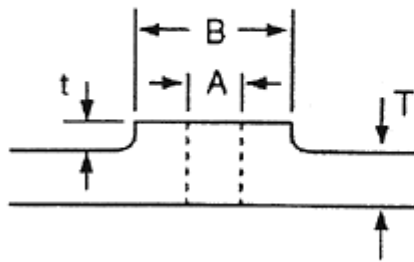


8 . 座

一般に座を設ける目的は締結時の応力を分散することであり、開孔部に設けるのが一般的です。座を設けない場合締結応力、外部応力によってクラックおよび割れが発生することがあります。一般的なデザインを以下に示します。

表-9

A	孔
B	2A~3A
T	2~4
t	0.5~1.0



$$\sigma_0 = \frac{P}{(W - \phi_2)T}$$

$$K_t = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_2} \doteq 2 \sim 3 \text{ である。}$$

(応力集中係数)

[例]

座なしの場合 開孔部の応力 $\sigma_1 = \frac{P}{(W - \phi_2)T}$ である。

座有りの場合 開孔部の応力 $\sigma_2 = \frac{P}{(W - \phi_2)(T + t)}$

座の効果 $\sigma_2 < \sigma_1$

座に設ける場合Tとの差が大きいとヒケ、フローマーク等が発生することがあります。

なお、締結用ネジについては平ネジを使用し、出来ればワッシャーによって応力分散させるとより効果的です。

9. 通し孔、孔と孔の間隔

通し孔を設けるにあたり成形品端面に近い場合、また通し孔の間隔が狭い場合締結応力、外部応力によってクレージングまたは割れが発生することがあるため、適正な距離をとる必要があります。一般的なデザインを以下に示します。

孔の場合ゲートと反対側にウェルドが生じるため、外部応力に応じて L_1 、 L_2 、 L_3 の安全率をとる必要があります。

$$\text{開孔部の応力} \sigma_0 = \frac{P}{[(2L_1 + \phi_2) - \phi_2]T} = \frac{P}{2L_1 \times T}$$

* 1

孔間隔 L_1 、 L_2 、 L_3 は大きい程開孔部にかかる応力が小さくなるので割れにくくなります。

* 1 $2L_1$ は一例であり $L_1 + L_3$ 、 $2L_3$ 、 $2L_2$ の夫々を適宜算入します。

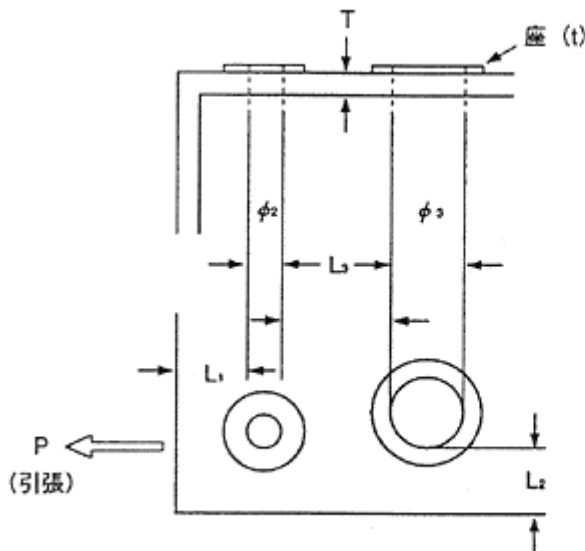


表-10

(mm)	$\phi_2 < \phi_3$
L_1	$> \phi_2$
L_2	$> \phi_3$
L_3	$> \phi_3 \times 2$
T	2~4

10. スナップフィット

材料の剛性とバネ特性を利用した部品の組立方法であり、最も簡単で経済的です。設計に関しては、下記の点にご注意下さい。

1) ザイロンの瞬間・最大ひずみ (σ_{max}) は、白化点以下にして下さい。

< 白化点 > 一般グレード 6%以下

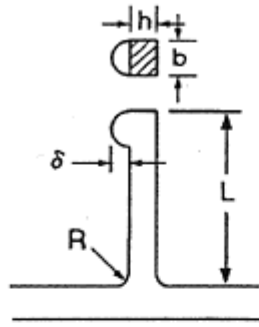
強化グレード 4%以下

2) スナップフィットで組立後はひずみ (%) を零になるようにして下さい。

3) 応力集中を避けるため、コーナー部に R を充分に設けて下さい。

$$\sigma_{max} = K f \times \sigma_0 \quad \sigma_{max} = K f \times \sigma_0$$

片持ち構造をもつスナップ・フィットの設計図

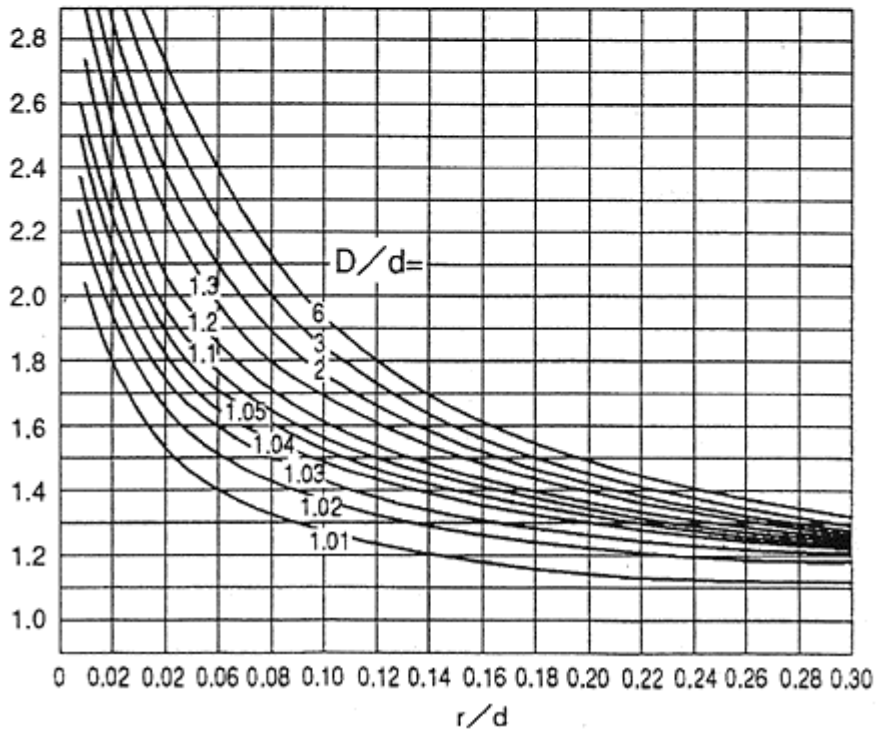
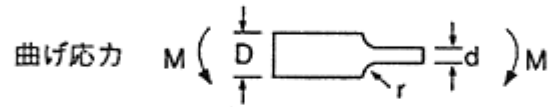


$$I \text{ (断面2次モーメント)} = \frac{1}{12} bh^3$$

$$\sigma_0 \text{ (応力)} = \delta \frac{3E \cdot h}{2L^2} = \epsilon \cdot E$$

$$\epsilon_0 \text{ (ひずみ)} = \frac{3}{2} \cdot \frac{\delta}{L^2} \cdot h$$

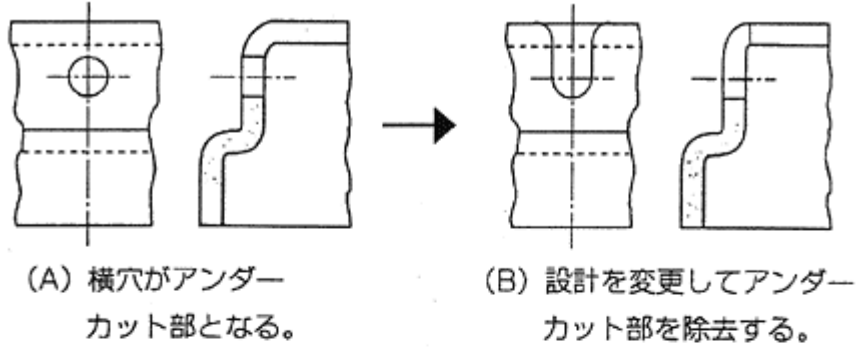
図-20 応力集中係数 (Kf) と r/d の関係



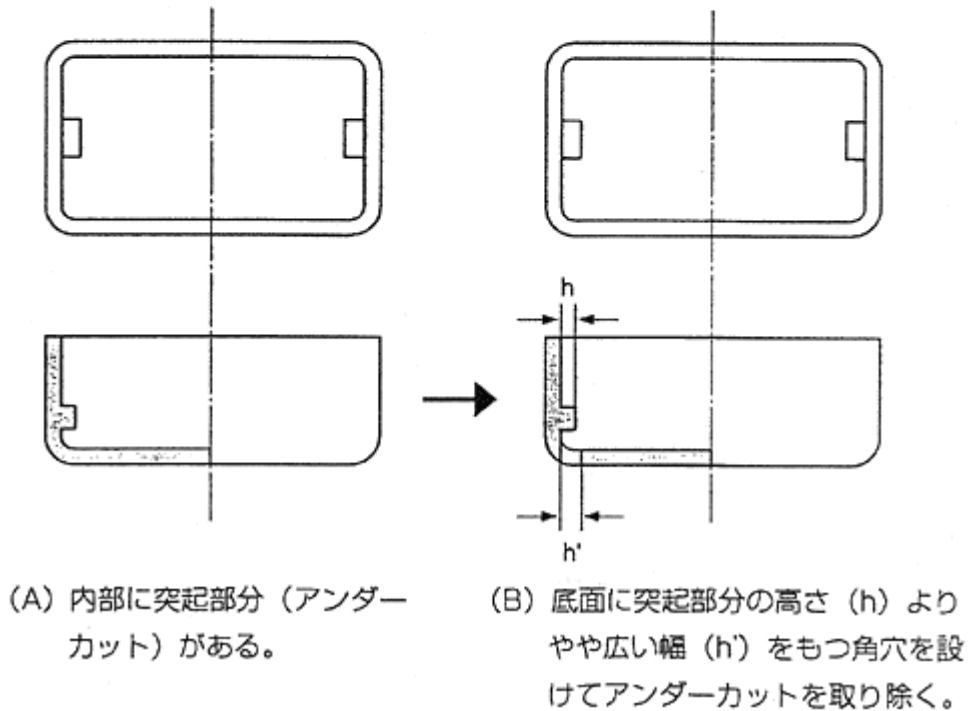
11. アンダーカット

ザイロンの成形の際、アンダーカットの構造は下図のように極力避けて設計して下さい。

横穴のアンダーカットを除去した例



内側の突出部分のアンダーカットを取り除く



- ・構造上アンダーカットが必要な場合、金型構造（スプリフトピン、スライドコアなど）で処理して下さい。（金型設計の章をご参照下さい。）

・円形アンダーカットは、次式で表されます。

$$l = \frac{S_r l}{E} \times \frac{L +}{L}$$

$$L = \frac{D_0^2 + D_1^2}{D_0^2 - D_1^2}$$

l : アンダーカット量 (mm)

S_r : 実用応力 (MPa)

E : 曲げ弾性率 (MPa)

D₁ : 内径 (mm)

D₀ : 外径 (mm)

: ザイロンのポアソン比 (非強化系 0.36 . 強化系 0.35)

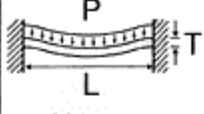










12. 応力の負荷分布と構造計算式

応力比例限度の範囲内では、金属と同じ様に、一般の材料力学の公式が適用できます。

表-11 梁の計算式

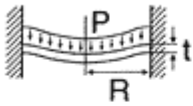
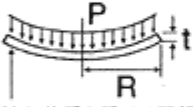

断面形状	断面二次モーメント	断面形状 Z	最大変形量 Y	最大応力 S	最大たわみ率 γ	
 両持梁 両端自由端 中心荷重	一般	I	Z	$Z = \frac{PL^3}{48EI}$	$S = \frac{M}{Z} = \frac{PL}{4Z}$	$\gamma = \frac{S}{E} = \frac{PL}{4Z} \cdot \frac{48IY}{PL^3} = \frac{12IY}{ZL^2}$
		$I = \frac{bd^3}{12}$	$Z = \frac{bd^2}{6}$	$Y = \frac{PL^3}{4bd^3E}$	$S = \frac{3PL}{2bd^2}$	$\gamma = \frac{6dY}{L^2}$
		$I = \frac{h^4}{12}$	$Z = \frac{\sqrt{2}h^3}{12}$	$Y = \frac{PL^3}{4h^4E}$	$S = \frac{3PL}{\sqrt{2}h^3}$	$\gamma = \frac{12hY}{\sqrt{2}L^2}$
		$I = \frac{\pi d^4}{64}$	$Z = \frac{\pi d^3}{32}$	$Y = \frac{4PL^3}{3\pi h^4E}$	$S = \frac{8PL}{\pi d^3}$	$\gamma = \frac{6dY}{L^2}$
		$I = \frac{\pi}{64} (d_2^4 - d_1^4)$	$Z = \frac{\pi (d_2^3 - d_1^3)}{32d_2}$	$Y = \frac{4PL^3}{3\pi (d_2^4 - d_1^4)E}$	$S = \frac{8PLd_2^2}{\pi (d_2^4 - d_1^4)}$	$\gamma = \frac{6d_2Y}{L^2}$
		$I = \frac{\pi}{4} a^3b$	$Z = \frac{\pi a^2b}{4}$	$Y = \frac{PL^3}{12\pi a^3bE}$	$S = \frac{PL}{\pi a^2b}$	$\gamma = \frac{12aY}{L^2}$
 両持梁 両端自由端 均等荷重	一般	I	Z	$Y = \frac{5pl^4}{48EI}$	$S = \frac{M}{Z} = \frac{pl^2}{8Z}$	$\gamma = \frac{S}{E} = \frac{pl^2}{8Z} \cdot \frac{384IY}{pl^3} = \frac{48IY}{ZL^2}$
		$I = \frac{bd^3}{12}$	$Z = \frac{bd^2}{6}$	$Y = \frac{5pl^4}{32bd^3E}$	$S = \frac{3pl^2}{4bd^2}$	$\gamma = \frac{24dY}{5L^2}$
		$I = \frac{h^4}{12}$	$Z = \frac{\sqrt{2}h^3}{12}$	$Y = \frac{5pl^4}{32h^4E}$	$S = \frac{3pl^2}{2\sqrt{2}h^3}$	$\gamma = \frac{48hY}{5\sqrt{2}L^2}$
		$I = \frac{\pi d^4}{64}$	$Z = \frac{\pi d^3}{32}$	$Y = \frac{5pl^4}{6\pi d^4E}$	$S = \frac{4pl^2}{\pi d^3}$	$\gamma = \frac{24dY}{5L^2}$
		$I = \frac{\pi}{64} (d_2^4 - d_1^4)$	$Z = \frac{\pi (d_2^3 - d_1^3)}{32d_2}$	$Y = \frac{5pl^4}{6\pi (d_2^4 - d_1^4)E}$	$S = \frac{4pl^2d_2}{\pi (d_2^4 - d_1^4)}$	$\gamma = \frac{24d_2Y}{5L^2}$
		$I = \frac{\pi}{4} a^3b$	$Z = \frac{\pi a^2b}{4}$	$Y = \frac{5pl^4}{96\pi a^3bE}$	$S = \frac{pl^2}{2\pi a^2b}$	$\gamma = \frac{48aY}{5L^2}$
 両持梁 両端固定端 中心荷重	一般	I	Z	$Y = \frac{5PL^3}{192EI}$	$S = \frac{M}{Z} = \frac{PL}{8Z}$	$\gamma = \frac{S}{E} = \frac{PL}{8Z} \cdot \frac{192IY}{PL^3} = \frac{24IY}{ZL^2}$
		$I = \frac{bd^3}{12}$	$Z = \frac{bd^2}{6}$	$Y = \frac{PL^3}{16bd^3E}$	$S = \frac{3PL}{4bd^2}$	$\gamma = \frac{12dY}{L^2}$
		$I = \frac{h^4}{12}$	$Z = \frac{\sqrt{2}h^3}{12}$	$Y = \frac{PL^3}{16h^4E}$	$S = \frac{3PL}{2\sqrt{2}h^3}$	$\gamma = \frac{24hY}{\sqrt{2}L^2}$
		$I = \frac{\pi d^4}{64}$	$Z = \frac{\pi d^3}{32}$	$Y = \frac{PL^3}{3\pi d^4E}$	$S = \frac{4PL}{\pi d^3}$	$\gamma = \frac{12dY}{L^2}$
		$I = \frac{\pi}{64} (d_2^4 - d_1^4)$	$Z = \frac{\pi (d_2^3 - d_1^3)}{32d_2}$	$Y = \frac{PL^3}{3\pi (d_2^4 - d_1^4)E}$	$S = \frac{4PLd_2^2}{\pi (d_2^4 - d_1^4)}$	$\gamma = \frac{12d_2Y}{L^2}$
		$I = \frac{\pi}{4} a^3b$	$Z = \frac{\pi a^2b}{4}$	$Y = \frac{PL^3}{48\pi a^3bE}$	$S = \frac{PL}{2\pi a^2b}$	$\gamma = \frac{24aY}{L^2}$

I:断面二次モーメント Z:断面係数 Y:最大変形量 S:最大ファイバー・ストレス γ:最大たわみ率 P:荷重

	断面形状	断面二次モーメント	断面形状Z	最大変形量Y	最大応力S	最大たわみ率γ
 両持梁 両端固定端 均等荷重	一般	I	Z	$Z = \frac{pL^4}{384EI}$	$S = \frac{M}{Z} = \frac{pL^2}{12Z}$	$\gamma = \frac{S}{E} = \frac{pL^2}{4Z} \cdot \frac{384IY}{pL^4} = \frac{32IY}{ZL^2}$
		$I = \frac{bd^3}{12}$	$Z = \frac{bd^2}{6}$	$Y = \frac{pL^4}{32bd^3E}$	$S = \frac{pL^2}{2bd^2}$	$\gamma = \frac{16dY}{L^2}$
		$I = \frac{h^4}{12}$	$Z = \frac{\sqrt{2}h^3}{12}$	$Y = \frac{pL^4}{32h^4E}$	$S = \frac{pL^2}{\sqrt{2}h^3}$	$\gamma = \frac{32hY}{\sqrt{2}L^2}$
		$I = \frac{\pi d^4}{64}$	$Z = \frac{\pi d^3}{32}$	$Y = \frac{pL^4}{6\pi h^4E}$	$S = \frac{8pL^2}{3\pi d^3}$	$\gamma = \frac{16dY}{L^2}$
		$I = \frac{\pi}{64} (d_2^4 - d_1^4)$	$Z = \frac{\pi (d_2^3 - d_1^3)}{32d_2}$	$Y = \frac{pL^4}{6\pi (d_2^4 - d_1^4)E}$	$S = \frac{8pL^2 d_2^2}{3\pi (d_2^4 - d_1^4)}$	$\gamma = \frac{16d_2 Y}{L^2}$
		$I = \frac{\pi}{4} a^3 b$	$Z = \frac{\pi a^2 b}{4}$	$Y = \frac{pL^4}{96\pi a^3 b E}$	$S = \frac{pL^2}{3\pi a^2 b}$	$\gamma = \frac{32aY}{L^2}$
 片持梁 先端荷重	一般	I	Z	$Y = \frac{PL^3}{3EI}$	$S = \frac{M}{Z} = \frac{PL}{Z}$	$\gamma = \frac{S}{E} = \frac{PL}{Z} \cdot \frac{3IY}{PL^3} = \frac{3IY}{ZL^2}$
		$I = \frac{bd^3}{12}$	$Z = \frac{bd^2}{6}$	$Y = \frac{4PL^3}{bd^3E}$	$S = \frac{6PL}{bd^2}$	$\gamma = \frac{3dY}{2L^2}$
		$I = \frac{h^4}{12}$	$Z = \frac{\sqrt{2}h^3}{12}$	$Y = \frac{PL^3}{h^4E}$	$S = \frac{12PL}{\sqrt{2}h^3}$	$\gamma = \frac{3hY}{\sqrt{2}L^2}$
		$I = \frac{\pi d^4}{64}$	$Z = \frac{\pi d^3}{32}$	$Y = \frac{64PL^3}{3\pi d^4E}$	$S = \frac{32PL}{\pi d^3}$	$\gamma = \frac{3dY}{2L^2}$
		$I = \frac{\pi}{64} (d_2^4 - d_1^4)$	$Z = \frac{\pi (d_2^3 - d_1^3)}{32d_2}$	$Y = \frac{64PL^3}{3\pi (d_2^4 - d_1^4)E}$	$S = \frac{32d_2 PL}{\pi (d_2^4 - d_1^4)}$	$\gamma = \frac{3d_2 Y}{2L^2}$
		$I = \frac{\pi}{4} a^3 b$	$Z = \frac{\pi a^2 b}{4}$	$Y = \frac{4PL^3}{3\pi a^3 b E}$	$S = \frac{4PL}{\pi a^2 b}$	$\gamma = \frac{3aY}{L^2}$
 片持梁 先端荷重	一般	I	Z	$Y = \frac{pL^4}{8EI}$	$S = \frac{M}{Z} = \frac{pL^2}{8Z}$	$\gamma = \frac{S}{E} = \frac{pL^2}{2Z} \cdot \frac{8IY}{pL^4} = \frac{4IY}{ZL^2}$
		$I = \frac{bd^3}{12}$	$Z = \frac{bd^2}{6}$	$Y = \frac{3pL^4}{2bd^3E}$	$S = \frac{3pL^2}{bd^2}$	$\gamma = \frac{4dY}{2L^2}$
		$I = \frac{h^4}{12}$	$Z = \frac{\sqrt{2}h^3}{12}$	$Y = \frac{3pL^4}{2h^4E}$	$S = \frac{6pL^2}{\sqrt{2}h^3}$	$\gamma = \frac{4hY}{\sqrt{2}L^2}$
		$I = \frac{\pi d^4}{64}$	$Z = \frac{\pi d^3}{32}$	$Y = \frac{8pL^4}{\pi d^4E}$	$S = \frac{16pL^2}{\pi d^3}$	$\gamma = \frac{2dY}{L^2}$
		$I = \frac{\pi}{64} (d_2^4 - d_1^4)$	$Z = \frac{\pi (d_2^3 - d_1^3)}{32d_2}$	$Y = \frac{8pL^4}{\pi (d_2^4 - d_1^4)E}$	$S = \frac{16pL^2 d_2^2}{\pi (d_2^4 - d_1^4)}$	$\gamma = \frac{2d_2 Y}{L^2}$
		$I = \frac{\pi}{4} a^3 b$	$Z = \frac{\pi a^2 b}{4}$	$Y = \frac{pL^4}{2\pi a^3 b E}$	$S = \frac{2pL^2}{\pi a^2 b}$	$\gamma = \frac{4aY}{L^2}$

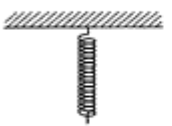
p:単位長さ当たりの荷重 E:弾性係数 M:最大曲げモーメント L:スパン間隔

表-12 円板、円筒の計算式

状態	最大変形量Y	最大応力S	最大たわみ率γ
 均等な荷重を受ける円板 (周辺固定)	$Y = \frac{3pR^4(1-\mu^2)}{16Et^3}$	$S = \frac{3pR^2(1+\mu)}{8t^2}$	$\gamma = \frac{S}{E} = \frac{3pR^2(1+\mu)}{8t^2} \cdot \frac{16t^3Y}{3pR^4(1-\mu^2)} = \frac{2Y}{(1-\mu)R^2}$
 均等な荷重を受ける円板 (周辺自由支持)	$Y = \frac{3pR^4(5-4\mu-\mu^2)}{16Et^3}$	$S = \frac{3pR^2(3+\mu)}{8t^2}$	$\gamma = \frac{S}{E} = \frac{3pR^2(3+\mu)}{8t^2} \cdot \frac{16t^3Y}{3pR^4(5-4\mu-\mu^2)} = \frac{2(3+\mu)tY}{(5-4\mu-\mu^2)R^2}$
 内圧を受ける薄肉円筒	$Y = \frac{R}{E} \left(1 - \frac{\mu}{2}\right) \frac{pR}{t}$	$S = \frac{pR}{t}$	$\gamma = \frac{S}{E} = \frac{Sh - \mu Sz}{E} = \frac{Sh}{E} \left(1 - \frac{\mu}{2}\right) = \frac{Sh \left(1 - \frac{\mu}{2}\right) Y}{R \left(1 - \frac{\mu}{2}\right) Sh} = \frac{Y}{R}$

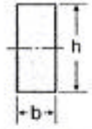
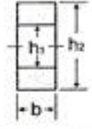
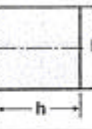
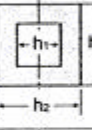

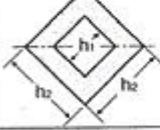
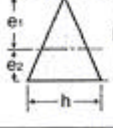
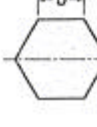
μ:ポアソン比 D:単位面積当りの荷重(内圧) S:最大応力 Sh:フープ・ストレス Sz:軸方向の応力
 Y:最大変形量(円筒の場合は半径の増加量)

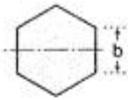
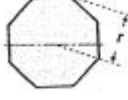
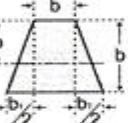
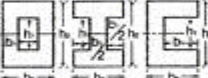

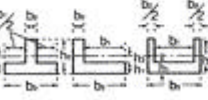

表-13 コイルスプリングの計算式

状態	変形量Y	剪断応力Ss	たわみ率γ
 コイル・スプリング (円形断面)	$Y = \frac{3NPD^3}{Gd^4}$ $G = \frac{E}{2(1+\mu)}$	$S_s = k \frac{8PD}{\pi d^3}$ $k = \frac{4C-1}{4C-4} + \frac{0.615}{C}$ $C = \frac{D}{d}$	$\gamma = \frac{S_s}{G} = K \frac{8PD}{\pi d^3} \cdot \frac{d^4}{8NPD^3} = \frac{Kd}{\pi ND^2}$

Y:変形量 N:有効巻数 P:軸荷重 D:コイル中心径 G:横弾性係数 E:縦弾性係数 d:線径
 μ:ポアソン比 Ss:剪断応力

13. 各種断面形状の断面二次モーメント

番号	断面形状	A	I	Z	k ²
1		bh	$\frac{1}{12}bh^2$	$\frac{1}{6}bh^2$	$\frac{1}{12}h^2$
2		$b(h_2-h_1)$	$\frac{1}{12}b(h_2^3-h_1^3)$	$\frac{1}{6} \frac{b(h_2^3-h_1^3)}{h_2}$	$\frac{1}{12} \frac{h_2^3-h_1^3}{h_2-h_1}$
3		h ²	$\frac{1}{12}h^4$	$\frac{1}{6}h^3$	$\frac{1}{12}h^2$
4		$h_2^2-h_1^2$	$\frac{1}{12}(h_2^4-h_1^4)$	$\frac{1}{6} \frac{(h_2^4-h_1^4)}{h_2}$	$\frac{1}{12}(h_2^2+h_1^2)$
5		h ²	$\frac{1}{12}h^4$	$\frac{\sqrt{2}}{12}h^3$	$\frac{1}{12}h^2$
6		$h_2^2-h_1^2$	$\frac{1}{12}(h_2^4-h_1^4)$	$\frac{\sqrt{2}}{12} \frac{h_2^4-h_1^4}{h_2}$	$\frac{1}{12}(h_2^2+h_1^2)$
7		$\frac{1}{12}bh$	$\frac{1}{36}bh^3$	$e_1=\frac{2}{3}h, e_2=\frac{1}{12}h$ $Z_1=\frac{1}{12}bh^2, Z_2=\frac{1}{12}bh^2$	$\frac{1}{18}h^2$ (k=0.236h)
8		$\frac{3\sqrt{3}}{2}b^2=2.30b^2$	$\frac{5\sqrt{3}}{16}b^4=0.5413b^4$	$e_1=\frac{\sqrt{3}}{2}b=0.866b$ $Z=\frac{5}{8}b^3=0.625b^3$	$\frac{5}{24}b^2$ (k=0.456b)

番号	断面形状	A	I	Z	k ²
9		$\frac{3\sqrt{3}}{2}b^2=2.60b^2$	$\frac{5\sqrt{3}}{16}b^4=0.5413b^4$	$e=b$ $\left(\frac{5\sqrt{3}}{16}b^3=0.5413b^3\right)$	$\frac{5}{24}b^2$ (k=0.456b)
10		$2.8284r^2$	$\frac{1+2\sqrt{2}}{6}r^4$ =0.6381r ⁴	$0.6906r^3$	$0.2256r^2$ (k=0.475r)
11	正多角形 n=辺の数 a=辺の長さ r2=外接円の半径 r1=内接円の半径 (軸は上記の八角形と同様)	$\frac{1}{2}nar_1$	$\frac{A}{24}(6r_2^2-a^2)$ $=\frac{A}{48}$ $\times(12r_1^2+a^2)$	$\frac{I}{r_2\cos\pi/n}=\frac{Ar_2}{4}$ (nが大きいとき)	$\frac{1}{24}(6r_2^2-a^2)$
12		$h\left(b\frac{1}{2}+b_1\right)$	$\frac{6b_2+6bb_1+b_1^2}{36(2b+b_1)}h^3$	$e_1=\frac{1}{3}\frac{3b+2b_1}{2b+b_1}h$ $Z_1=\frac{6b^2+6bb_1+b_1^2}{12(3b+2b_1)}h^2$	$\frac{6b^2+6bb_1+b_1^2}{18(2b+b_1)^2}h^2$
13		$b_2h_2-b_1h_1$	$\frac{1}{12}(b_2h_2^3-b_1h_1^3)$	$\frac{b_2h_2^3-b_1h_1^3}{6h_2}$	$\frac{1}{12}\frac{b_2h_2^3-b_1h_1^3}{b_2h_2-b_1h_1}$
14		$b_1h_1+b_2h_2$	$\frac{1}{12}(b_1h_1^3+b_2h_2^3)$	$\frac{b_1h_1^3+b_2h_2^3}{6h_2}$	$\frac{1}{12}\frac{b_1h_1^3+b_2h_2^3}{b_1h_1+b_2h_2}$
15		$b_1h_1+b_2h_2$	$\frac{1}{3}(b_2e_2^3-b_1h_1^3+b_2e_1^3)$	$e_2=\frac{b_1h_1^2+b_2h_2^2}{2(b_1h_1+b_2h_2)}$ $e_1=h_2-e_2$	$\frac{b_2e_2^3-b_1h_1^3+b_2e_1^3}{3(b_1h_1+b_2h_2)}$
16		$b_1h_1+b_2h_2+b_3h_3$	$\frac{1}{3}(b_1e_1^3-b_1h_1^3+b_2e_2^3-b_2h_2^3)$	$e_2=\frac{b_2h_2^2+b_3h_3^2+b_1h_1(2h_2-h_1)}{2(b_1h_1+b_2h_2+b_3h_3)}$	

番号	断面形状	A	I	Z	k ²
17		$\frac{\pi}{4} d^2$	$\frac{\pi}{64} d^4$	$\frac{\pi}{32} d^3$	$\frac{1}{16} d^2$
18		$\frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2)$	$\frac{\pi}{64} (d_2^4 - d_1^4)$	$\frac{\pi}{32} \times \frac{d_2^4 - d_1^4}{d_2} \approx 0.8d_m^2 t$ (t/d_m が小さいとき)	$\frac{1}{16} (d_2^2 - d_1^2)$
19		$\frac{\pi}{2} r^2$	$\left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi}\right) r^4$ $=0.1098r^4$	$e_1=0.5756r$ $e_2=0.4244r$ $Z_1=0.190r^3$ $Z_2=0.2587r^3$	$\frac{9\pi^2 - 64}{36\pi^2} r^4$ $=0.0697r^2$ ($k=0.264r$)
20		$\frac{\pi}{2} (r_2^2 - r_1^2)$	$\frac{0.1098(r_2^4 - r_1^4) - 0.283r_2^2 - r_1^2 (r_2 - r_1)}{r_2 - r_1}$ $\approx 0.31r_m^3$ (r_m が小さいとき)	$e_2 = \frac{4(r_2^2 + r_2 r_1 + r_1^2)}{3\pi(r_2 + r_1)}$ $e_1 = r_2 - e_2$	$\approx 0.096r_m^2$ ($k \approx 0.31r_m$)
21		πab	$\frac{\pi}{4} a^3 b$	$\frac{\pi}{4} a^2 b$	$\frac{1}{4} a^2$
22		$\pi (a_2 b_2 - a_1 b_1)$	$\frac{\pi}{4} (a_2^3 b_2 - a_1^3 b_1)$ $\approx \frac{\pi}{4} a_2^2 (a_2 + 3b_2) t$	$\frac{\pi}{4} \frac{a_2^3 b_2 - a_1^3 b_1}{a^2}$ $\approx \frac{\pi}{4} a_2 (a_2 + 3b_2) t$	$\frac{1}{4} \frac{a_2^3 b_2 - a_1^3 b_1}{a_2 b_2 - a_1 b_1}$ $\approx \frac{1}{4} \times \frac{a_2^2 (a_2 + 3b_2)}{a_2 + b_2}$
23		$\frac{\pi}{2} ab$	$0.10975a^3 b$	$e_1=0.4244a$ $e_2=0.5756a$ $Z_1=0.2586a^2 b$ $Z_2=0.1907a^2 b$	
24		$\frac{4}{3} bh$	$\frac{16}{175} bh^3 = 0.0914bh^3$	$e_1 = \frac{2}{5} h, e_2 = \frac{3}{5} h$ $Z_1 = 0.2286bh^2$ $Z_2 = 0.1524bh^2$	$\frac{12}{175} h^2 = 0.0686h^2$

面積A、断面二次モーメントI、断面係数Zおよび断面二次半径k