

引抜き加工 (2) 課題

数値で求められる解答は、有効数字3桁で答えること。

(1) 引抜き加工によって断面積が 100 mm^2 の丸棒を断面積 70 mm^2 に減少させて、棒を長く伸ばしたい。材料は降伏応力が 100 MPa の完全剛塑性体であり、摩擦係数は $\mu = 0.05$ である。以下の問いに答えよ。

- (a) せん断変形を考慮して、ダイス半角が $\alpha = 5, 15, 30^\circ$ の場合の無次元化引抜き力を求めよ。
(せん断ひずみの計算において、 α はラジアンであることに注意.)
- (b) 上記(a)について、せん断変形を考慮しない場合 (先週の課題と同じ方法) の無次元化引抜き力を求めよ。さらに、(a)の結果との差を求めてダイス半角の増加と共に両者の差が増加することを確認せよ。

表 無次元化引き抜き荷重

	せん断変形を考慮	せん断変形を無視	差
$\alpha = 5^\circ$			
$\alpha = 15^\circ$			
$\alpha = 30^\circ$			

(2) 図のように板材内部の微小要素に2種類の垂直応力 σ_x, σ_y ($\sigma_x > 0 > \sigma_y$) が作用している。この応力状態において、Mises の降伏条件は $\sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2} = Y$ と書き表せ、Tresca の降伏条件は $\sigma_x - \sigma_y = Y$ と書き表せることを示せ。ただし、 Y は単軸引張の降伏応力である。

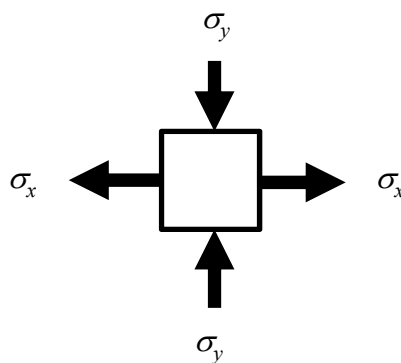


図 1

(次頁へ)

(3) 図2のように板が力 T_1 と力 T_2 で引張られ、金型と接触しながら T_2 の方向に引き込まれる状況を考える。この時、以下の手順によって T_2 は T_1 より求めることが出来る。

板は角度 φ の範囲において金型と接触している。接触部の拡大図を図3に示す。接触部の左端(T_1 側)からの角度を ψ とし、微小角度を $d\psi$ とする。角度 $d\psi$ に属する板の微小要素に作用する力を赤色の矢印で図示する。微小要素の左端の張力を T 、右端の張力を $T+dT$ とし、金型からの圧力を p 、摩擦応力を μp 、弧長を dl とし、板の奥行きは1とする。以下の問いに答えよ。

(a) 微小要素の半径方向の力のつり合い式を求めて、 $d\psi \ll 1$ および微小量の2次項を無視すると、 $pdl = Td\psi$ となることを示せ。

(b) 接線方向の力のつり合い式を求め、 $d\psi \ll 1$ を考慮すると、 $dT = \mu pdl$ が得られることを示せ。

(c) 上記(a), (b)に示した式を基にして $dT = \mu T d\psi$ が得られる。この微分方程式を解くと、 $\ln T = \mu\psi + C$ (C は積分定数)となることを示せ。

(d) $\psi = 0$ において $T = T_1$ 、 $\psi = \varphi$ において $T = T_2$ である。これらの条件と上記(c)の式を用いると、 $T_2 = T_1 \exp(\mu\varphi)$ となることを示せ。

以上より、力 T_2 は力 T_1 より求めることが出来た。この関係を Euler のベルト理論と言う。

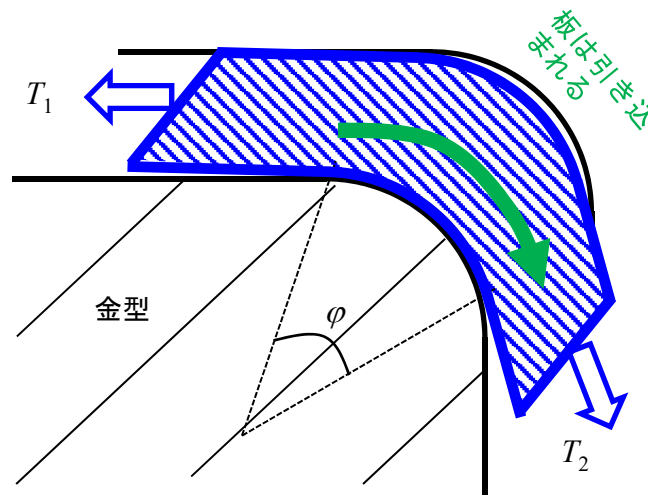


図 2

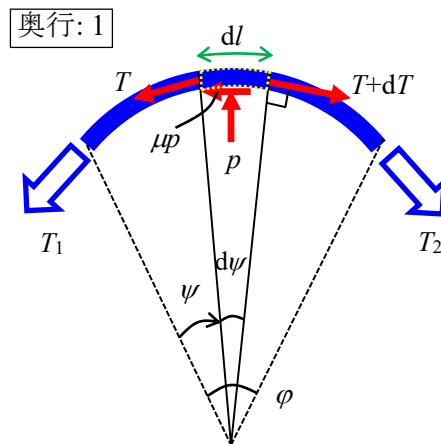


図 3