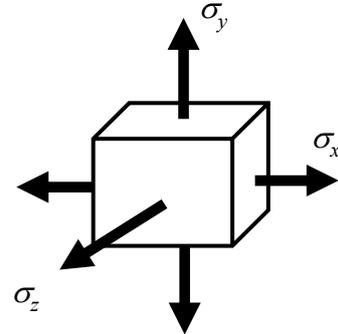


塑性力学の復習

数値で求められる解答は、有効数字3桁で答えること。

(1) 右図のように金属材料に垂直応力 $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ が作用している。以下の問いに答えよ。



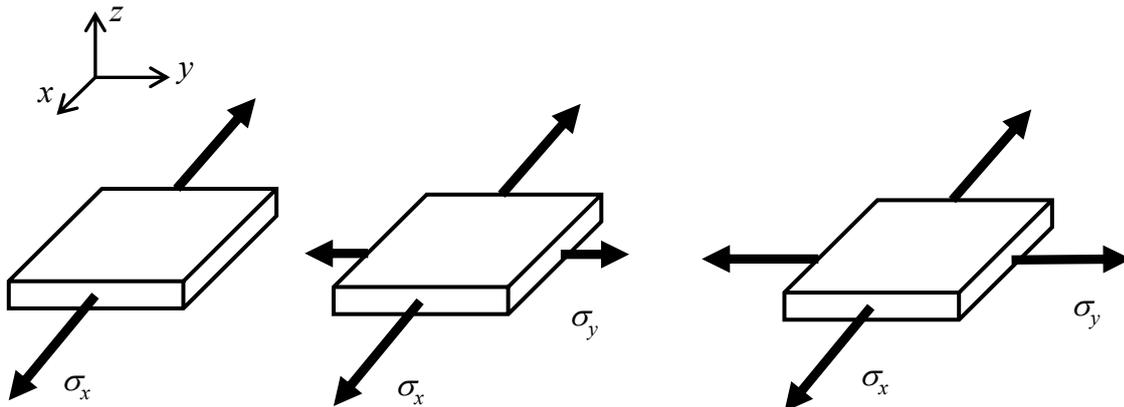
(a) 平均垂直応力（静水圧応力）を求めよ。

(b) 偏差応力を求めよ。

(c) 単軸引張試験を実施したところ降伏応力は Y であった。教科書の式(3.41)をもとにして、Mises の降伏条件が次式で与えられることを示せ。

$$\sqrt{\frac{1}{2}\{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2\}} = Y$$

(2) 下図のように3種類の荷重を受ける板材がある。(i)は単軸引張を受けており、 $\sigma_x = Y$ の時に降伏した。(ii), (iii)は図に示すような関係の σ_x, σ_y の応力を受ける。この荷重において板材が降伏する時の応力 σ_x, σ_y を Mises の降伏条件を使用して求めよ。



(i) 単軸 $\sigma_y = 0$
 $\sigma_x = Y$ の時に降伏

(ii) $\sigma_y = \sigma_x/2$

(iii) $\sigma_y = \sigma_x$

(3) 塑性変形では変形時の応力とひずみ増分に対応関係がある。教科書の式(3.66), (3.67)より、Levy-Mises の式は以下のように書ける。問(2)の図を参照して以下の問いに答えよ。

$$\begin{aligned} d\epsilon_x &= d\lambda \sigma'_x, & d\epsilon_y &= d\lambda \sigma'_y, & d\epsilon_z &= d\lambda \sigma'_z \\ d\epsilon_{xy} &= d\lambda \sigma'_{xy}, & d\epsilon_{yz} &= d\lambda \sigma'_{yz}, & d\epsilon_{zx} &= d\lambda \sigma'_{zx} \end{aligned}$$

(a) (i)のように単軸引張を負荷するとき、 x, y, z 方向のひずみ増分について、各ひずみ増分の比を $d\epsilon_x : d\epsilon_y : d\epsilon_z = 1 : \circ : \triangle$ という形で求めよ。(ひずみ増分の比を問題としているので、計算過程で $d\lambda$ の値を具体的に求める必要はない。偏差応力を求めて Levy-Mises の式に代入すればよい。)

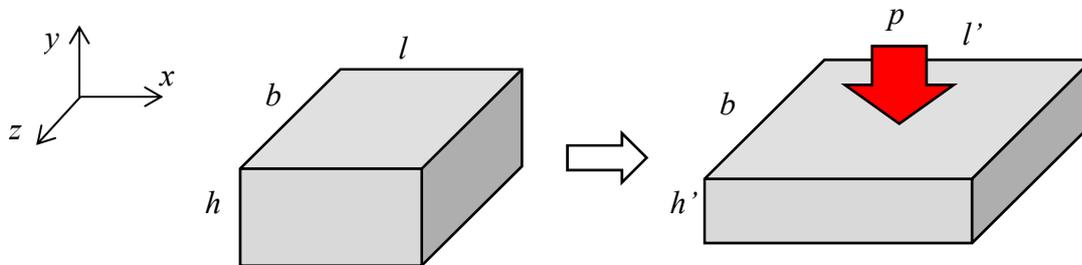
(b) (ii)の負荷において、各ひずみ増分の比を $d\varepsilon_x : d\varepsilon_y : d\varepsilon_z = 1 : \circ : \Delta$ という形で求めよ。

(4) 下図のように寸法が $l \times h \times b$ のブロックに圧力 p を負荷して圧縮したところ、 $l' \times h' \times b$ に変形した。つまり、 z 方向の伸縮はなく、せん断ひずみもない ($\varepsilon_z = 0$, $\varepsilon_{xy} = \varepsilon_{xz} = \varepsilon_{yz} = 0$)。変形中、 z 方向のひずみは常にゼロなので、ひずみ増分は常にゼロである。つまり、 $d\varepsilon_z = 0$ 。弾性ひずみは塑性ひずみに対して十分に小さいので無視できるものとする。以下の問いに答えよ。

(a) このように一つの方向のひずみがゼロ（ここでは $\varepsilon_z = 0$ ）の変形を、「 $\circ\circ$ ひずみ」という。 $\circ\circ$ を答えよ。

(b) $d\varepsilon_z = 0$ の時、Levy-Mises の式より偏差応力 σ'_z はゼロでなければならない。では、その時の応力が $\sigma_z = (\sigma_x + \sigma_y)/2$ となることを導け。

(c) y の面に圧力 p が負荷されているので、 $\sigma_y = -p$ である（圧力は圧縮のため負号をつける）。さらに、(b)の結果 ($\sigma_z = (\sigma_x + \sigma_y)/2$) を Mises の降伏条件に代入すると、 $\sigma_x = -p + \frac{2}{\sqrt{3}}Y$ となることを導け（ Y は単軸引張の降伏応力）。



(5) 完全剛塑性体とはどのような材料を指すか、応力-ひずみ曲線を用いて説明せよ。