

## 塑性加工学（担当：伊藤吾朗） 期末試験問題

- 注意 1：導出過程を極力文章で記述すること  
 注意 2：問題文に示されていない量記号を用いる時は、必ずことわりを明記すること。  
 注意 3：無理数はなるべく簡単な形で残しておくこと(近似値を使う必要はない)  
 注意 4：数値と文字の両方が与えられている時は必ず数値を用いて答えること。

【問 1】 次の 1, 2 から 1 題選択して答えよ。両方答えた場合は、高得点のほうを得点とする。

- 1 引張試験に関する以下の問いに答えよ。
  - (1) 適当な材料の引張試験における公称応力 vs.公称ひずみ線図を自分で答案用紙に描け。図中には降伏応力 $\sigma_{Y1}$ 、引張強さ $\sigma_u$ 、破断伸び、均一伸び(一樣伸び)、局部伸びを示せ。
  - (2) 上記の材料の引張試験を最高荷重に達する前に中断し、荷重を取り除くときの公称応力と公称ひずみの変化を(1)の図中に示せ。
  - (3) (2)の結果などを用いて弾性変形と塑性変形の違いを説明せよ。
  - (4) (2)の状態から再び引張試験した。降伏応力 $\sigma_{Y2}$ はおおよそいくらになるか、(1)で示した図中に表わせ。
- 2  $t_0$ (厚さ)=20mm,  $w_0$ (幅)=100mm,  $L_0$ (長さ)=300mm の金属 A の直方体に、厚さ方向に均等に圧縮荷重  $P$ [N]を負荷した。この金属 A のヤング率  $E$  は  $70 \times 10^9 \text{Pa}$  ( $=70 \text{GPa}$ )、降伏応力  $\sigma_y$  は  $100 \times 10^6 \text{Pa}$  ( $=100 \text{MPa}$ ) で、加工硬化を示さない(加工硬化指数が 0)ものとする。
  - (1) この直方体が塑性変形を起こさない荷重  $P$  の範囲を不等式で示せ。
  - (2) 塑性変形を生じさせるとき、次の各過程(厚さの変化)における公称ひずみ、真ひずみを求めよ：①20mm→10mm, ②10mm→5mm, ③20mm→5mm。この結果から真ひずみを用いることの利点を述べよ。
  - (3) (2)の①の変形終了直前の荷重を求めよ。ただし、材料は直方体の形状を保ったまま変形するものとし、弾性変形は無視してよい(終了直前も厚さ 10mm)。

【問 2】 次の 3, 4 から 1 題選択して答えよ。両方答えた場合は、高得点のほうを得点とする。

- 3 ヤング率と降伏応力 $\sigma_{Y1}$  (0.2%耐力)が同じで、加工硬化指数  $n$  が異なる 2 つの金属 ( $n$  が大きいほうを A, 小さいほうを B とする。ただし B の  $n$  値も 0 より大。また両金属のひずみ速度感受性指数は無視できるくらい小さいとする。)を室温で引張試験した。
  - (1) A と B ではどちらが先に巨視的なくびれを生じるか。
  - (2) その理由を述べよ。
- 4 実在金属における塑性変形開始せん断応力 $\tau_{RC}$ と、完全結晶を仮定して理論的に求めた塑性変形開始のせん断応力 $\tau_{RC}'$ との大小関係はどのようになっているか。
  - (1) 記号「 $\ll$ 」, 「 $\gg$ 」, 「 $<$ 」, 「 $>$ 」, 「 $\approx$ 」のいずれかを用いて記せ。
  - (2) それはどのような理由によるか(実際の結晶に何が存在するからか)。完全結晶の場合と実際の場合の各々について図を用いて述べよ。

【問 3】 次の 5～7 についてはすべて解答せよ。

- 5 2(2)のような塑性変形を単軸圧縮よりも効率的に行う塑性加工法(名称)を記すとともに、その加工法および加工機の概略を模式図を用いて表わせ。
- 6 5の加工法において加工荷重を少なくするにはどのようにしたらよいか。
- 7 5以外の塑性加工法を 3 つ挙げ、図を用いて説明せよ。