

## 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。

- 1  $t_0$ (厚さ)=5mm、 $w_0$ (幅)=20mm、 $L_0$ (長さ)=300mm の金属 A の板材に、長さ方向に引張荷重  $P$  を負荷した。この金属 A のヤング率  $E$  は  $1.3 \times 10^{11}$  Pa (=130GPa)、0.2% 耐力  $\sigma_{0.2}$  は  $4.0 \times 10^8$  Pa (=400MPa)、引張試験における引張強さ  $\sigma_u$  は  $5.0 \times 10^8$  Pa、破断伸び  $\delta_B$  は 40%、一様伸び(均一伸び)  $\delta_U$  は 30%であった。変形に際しては、初期長さの部分のみを均一に引張変形できる(つかみ具による応力集中などは考えない)ものとする
  - (1) 定速度で引張る時、 $P$  と長さ変化  $\Delta L = L - L_0$  の関係を可能な限り詳しく図示せよ。
  - (2) 引張変形のごく初期 ( $\Delta L$  が小さいとき)、 $P$  は急速に増加したが、 $2.0 \times 10^4$  N になった瞬間に試験機を止め、その後、すぐに除荷 ( $P=0$  に) した。この時の板材の変形挙動を、荷重負荷開始時点から説明せよ。
  - (3) この板材が(2)で答えた変形挙動を起こす荷重  $P$  の範囲を不等式で示せ。
  - (4) 次に(2)に比べてかなり  $\Delta L$  が大きくなるまで変形し、除荷した。除荷後  $\Delta L=60$  mm であった。この時の荷重負荷開始からの変形挙動を述べよ。
  - (5) 上記のひずみは、公称ひずみと真ひずみでそれぞれいくらか。
  - (6) (4)の後、再度引張変形を与え、除荷した。除荷後の長さ  $L$  は 390mm であった。この再変形における公称ひずみと真ひずみを求めよ((4)の変形後の長さを初期長さとする)。
  - (7) 最初から(途中除荷することなく)変形を与え、除荷後に  $L=390$  mm となるようにしたとき、公称ひずみ、真ひずみを求めよ
  - (8) (6)~(8)の結果から真ひずみを用いることの利点を述べよ。
  - (9) (8)の除荷直前の真応力を求めよ。
  - (10) 加工硬化(ひずみ硬化)について、①(1)の図、②(6)の再変形初期に計測される 0.2% と耐力とこの金属本来の  $\sigma_{0.2}$  との比較、の各観点から説明せよ。
- 2 代表的な塑性加工法を 3 つ挙げ、図を用いて詳しく(少なくとも工具と材料の区別は明確に)説明せよ。
- 3 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。
- 4 一般に金属結晶のすべり面・すべり方向は、それぞれ最稠密原子面・その面内の最稠密方向である。その理由を、2次元正方形結晶を用いて説明せよ。
- 5 塑性加工以外の金属材料の加工方法を 2 つ挙げ、それらと塑性加工法の合計 3 つの加工法について、貨幣を作ることを想定した場合、①大量少品種生産における生産性、②材料歩留り、③寸法精度、④表面性状、⑤製品の信頼性、の観点から比較せよ(表を作成し、○、△、×のいずれかで評価せよ)。