

SEM 内塑性加工解析システム

工学院大学 工学部 機械工学科

教授 丹羽直毅

(平成元年度研究開発助成 AF-89001)

1. 研究の背景と目的

塑性加工における工作機械、工具、加工技術の最近の進歩には著しいものがある。塑性加工の対象となる素材も金属だけでなく、プラスチック、セラミックス、複合材料など多様化している。更に、ダウンサイジングの指向も一段と強まり、難加工材の微細かつ高精度の加工に対するニーズも高まってきている。また、超塑性加工のように、今までにみられない材料特性を活用した新しい加工法も導入され、また、対応する素材の開発も盛んになっている。

塑性加工における仕上げ精度、加工の難易は、加工法と材料特性との関連において決定される。ここでは、材料に起因する要因も大きく、材料の被加工性の向上は、時間の節約、工具の節約、無人加工の促進など大きな利点をもたらす。したがって、材料特性、変形過程、工具、加工法の関係を明確にすることは、材料設計・組織制御更に難加工材の塑性加工における工具設計、加工精度、加工能の向上のための基礎的知見として有用であると考えられる。

本研究は、走査型電子顕微鏡内で、塑性加工のシミュレーションを行なうための装置を試作すること、及び塑性加工工程の「連続的」直接観察により、加工工程における材料の変形を理解することを目的とした。

2. 成果の概要

2.1 実験装置

新しくステッピングモータを利用した変形制御装置を試

作した(図1)。この制御装置により、従来手動により行なっていたSEM内での変形を自動とし、更に、一定速度での変形、変形速度を変化させること、検出荷重による変形の停止、反転が可能となるなど大幅に機能が向上した。走査型電子顕微鏡は、S-510(日立製作所製)を用いた。

記録は、従来のCRT画面の写真撮影によるもののほかに、テレビ信号をビデオテープに録画した。ビデオプリンタに出力することにより、シャッタ速度最小1/30秒で現象をとらえることが可能であった。

図2に、試作したプレス打ち抜き用の治具及び治具を装着したSEMのステージの写真を示す。治具は焼き入れしたSKD-11である。パンチは、すくい角0度、12度、26度のもを製作し用いた。

用いた試料は4-6黄銅、4-6鉛快削黄銅、純アルミニウム、シルミン(Si:11.7 wt%)、マシナブルガラスである。

2.2 観察結果

図3に、純アルミニウムのプレス打ち抜きにおける変形の観察結果を示す。破断までのパンチの送りが長く、試料に大きなだれが生じた。図3-1のパンチ-ダイ間の拡大写真を図3-2に示す。図3-3は、打ち抜き後の巨視的様相、図3-4は、同一試料の表面の変形帯を示す。図3-3右側中央にある目印としたゴミの周辺まで変形が及んでいることが図3-4からわかる。

分散相を含む鉛快削黄銅、シルミンは、各々黄銅、純アル

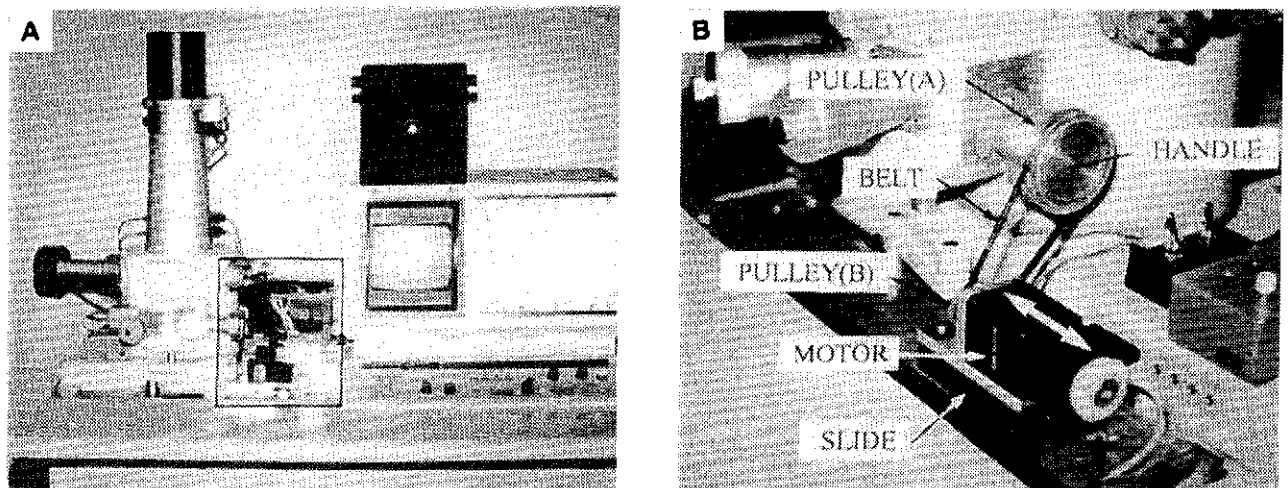


図1 変形制御装置 A: SEM外観 B: 駆動部

ミニウムに比較し、破断に至るまでのパンチを送る長さが短く、塑性変形がパンチとダイの間のクリアランスの領域に集中する。したがって、試料のだれが少ない。この鉛快削黄銅とシルミンは、各々鉛、共晶により晶出したシリコンと組織内に分散相を持つが、シルミンでは鉛快削黄銅とは異なり、パンチ-ダイのクリアランスの領域にパンチ押し込みとともに微視き裂が多く形成され、破断箇所周辺に微視き裂が残留する。したがって、プレス打ち抜き後の表面近傍は多くの微視き裂を含み、疲労、腐食など機械的性質

に影響を及ぼすものと予想される(図4)。分散相である鉛は、強度は低く延性を持ち、シリコンは高い硬度とぜい性を示すものの両者とも母相との界面強度は弱く、この違いは、分散状態、体積率等の金属組織学的要因によるものと考えられる。

マシナブルガラスでは、分散相として存在する雲母結晶が破壊のユニットを小さくし、大きなき裂の進展を防ぐことにより加工を可能にしていることが明らかとなった。

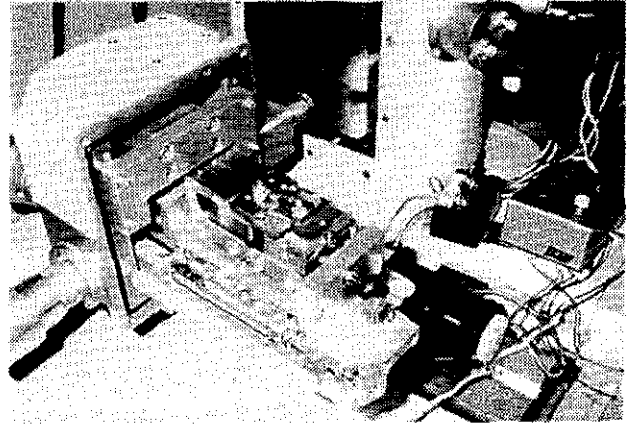
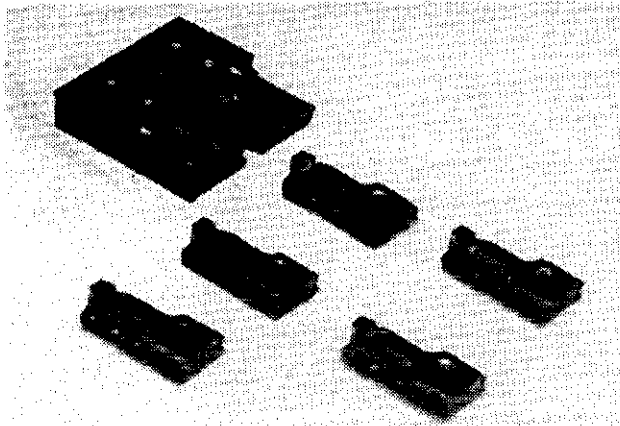


図2 プレス打ち抜き用の治具及び治具を装着したSEMステージ

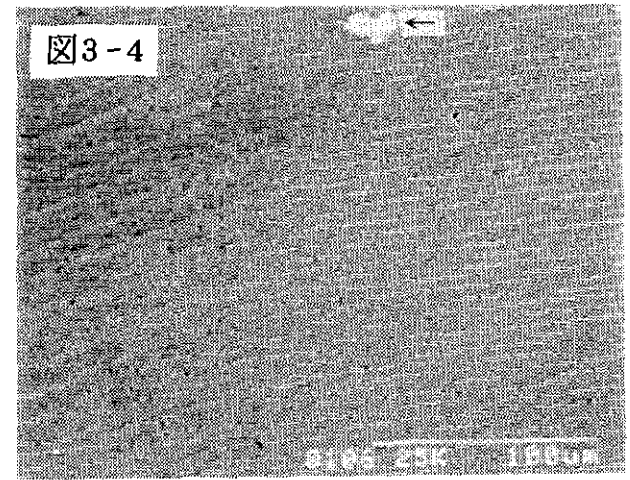
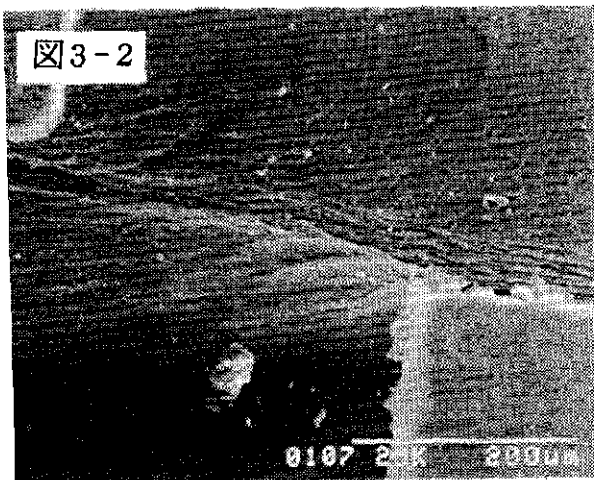
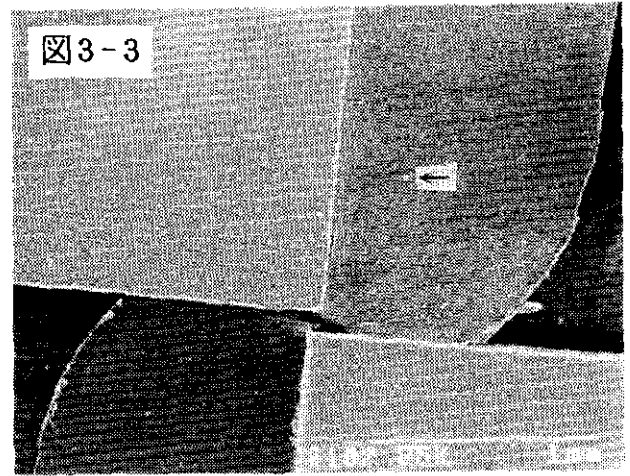
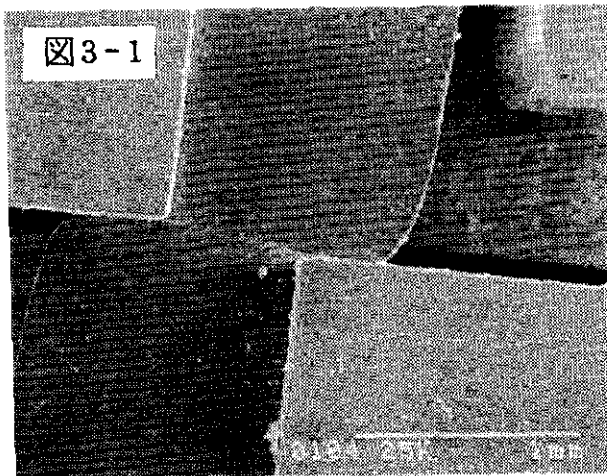


図3 純アルミニウムのプレス打ち抜きにおける変形

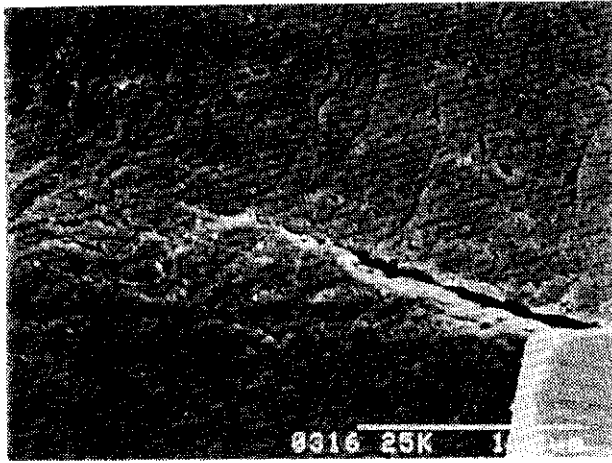


図4 シルミンのプレス打ち抜きにおいてパンチ-ダイのクリアランスの領域に形成された微視き裂

3. まとめ

SEM内その場観察用プレス打ち抜き治具を試作し、打ち抜き過程の連続的な観察に成功した。今後更に加熱装置の付加による超塑性成形法の開発、クラッド材料の深絞り性におよぼす界面の影響の解明等の研究を遂行するに對し、非常に有効な知見を得た。

4. おわりに

本研究は、財団法人天田金属加工機械技術振興財団の平成元年度研究助成によっておこなわれたものであり、今後の研究進展のための基盤を整備することができたことに對し財団に心より御礼申し上げます。