

金型応力低減のためのプレス動作最適化に関する研究

生産技術部 ○高見勇大

1. はじめに

金属加工において、精度および量産性に優れた加工方法としてプレス加工がある。なかでも、閉塞鍛造加工は、型を閉じた後にパンチを駆動させ型内部に素材を充満させる手法で、完成品に近い形状を得られるなどのメリットがあるが、金型にかかる負担が大きいというデメリットもある。そこで、金型にかかる応力の低減を目的としたプレス動作のシミュレーションおよび実試作を行った。本研究では、アルミ材(A1100)を対象として型締めと塑性変形のタイミングを制御し、金型にかかる応力を低減できることを確認したので報告する。

2. FEM 解析検討

研究対象モデルの外観を図1(a)に、ブランクの外観を図1(b)に、閉塞鍛造金型のモデルを図2に示す。研究対象モデルは、鍛造後に円筒端部、六角部の先端の仕上げ加工を想定している。また、本研究では多工程での成形を見直すことを考慮しており、サーボプレスを用いた単工程で多工程を模して成形している。図2に示すように、鍛造金型は上側2軸が可動できる構造とし、通常のプレス動作では、パンチBで型締めしてからパンチAで加工する。

本研究では、パンチBの動作も使い成形する。パンチBで成形するために、まずパンチAで材料を変形させる必要がある。そのため、プレスを以下のように動作させる。

- ① パンチAを下死点からXmmまで成形する。
- ② パンチBを下死点まで成形する。
- ③ パンチAを下死点まで成形する。

成形開始時点のパンチBを、図3のように下死点からの位置が0mm、1mm、2mm、3mmとなるように4条件設定し、Xmmを変化させた時の最大主応力を比較する。図4に、金型動作の例を示す。Xmmは、10mmから0.5mmずつ下げて成形不良となるまで解析を行う。

事前に通常の閉塞鍛造による実試験を行い、プレス動作の解析条件を確認した。解析条件を表1に示す。解析にはQForm UKを使用し、ブランクモデルを弾塑性体、金型モデルを剛体として金型にかかる応力を解析する。

表1 解析条件

ブランク材質	A1100
摩擦係数	0.15
型締め力(kN)	600

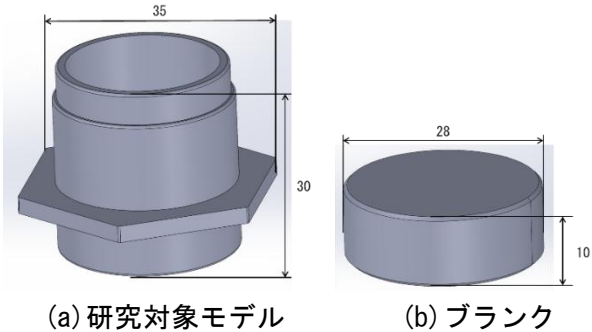


図1 成形対象

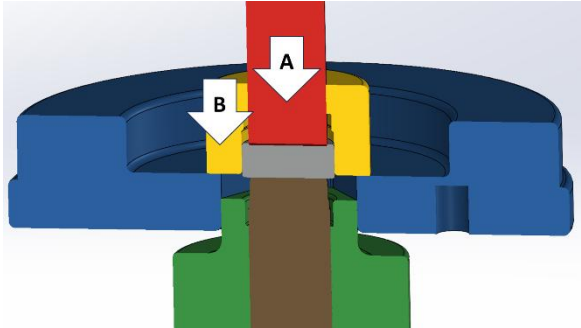


図2 閉塞鍛造金型のモデル

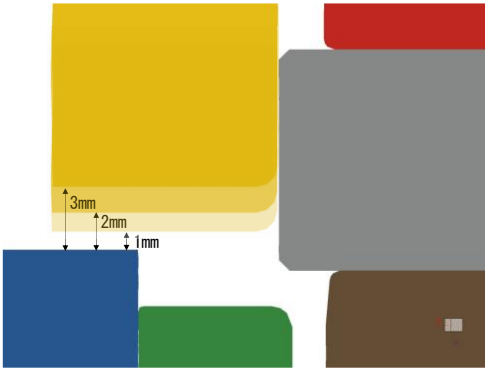


図3 閉塞鍛造金型のモデル

3. 金型動作の最適化による解析結果

パンチBの成形時点の下死点までの位置4条件(0mm、1mm、2mm、3mm)において、それぞれの条件で最大主応力が抑制できた解析モデルのコンター図を図5に示す。

最大主応力とは、物体を分割した一部においてあらゆる方向にかかる応力のなかで最も大きな応力のことである。金型のワレ、ヒビなどの不具合をみる場合に用いる。

各条件で、従来の0mmに対して金型にかかる最大主応力が低下することがわかる。最大主応力の最大値はダイにかかっており、六角形状の先端部で発生している。従来の成形は2,832MPa、最大主応力が低い条件では1,093MPaであり約40%低下させることができた。解析結果からパンチBの成形開始時点の下死点までの位置は2mm、パンチAが①で成形する下死点までの位置は9mmの時、最大主応力が最小になることがわかった。

4. 実試験による検証結果

従来方法の閉塞鍛造による実験結果および金型にかかる最大主応力が最小になる最適手法の実験結果を図6に示す。最適手法の解析はパンチBの成形開始時点の下死点までの位置を2mm、パンチAが①で成形する下死点までの位置を9mmである。実試験の結果、外観上の不良はみられなかった。また、同じく図6にフランジの先端R部をデジタルマイクロスコープで撮影した画像を示す。フランジの形状は、従来方法では先端R部が細くなっており、最適化手法では丸くなっていることがわかる。

5. おわりに

本研究では、閉塞鍛造において型締めパンチで型を閉じるだけでなく、成形に用いることで金型にかかる負荷を低減させる手法を構築した。プレス加工において、金型の長寿命化は金型費のコストダウンだけでなく金型交換によるロスタイムの削減にもつながるため重要な要素である。

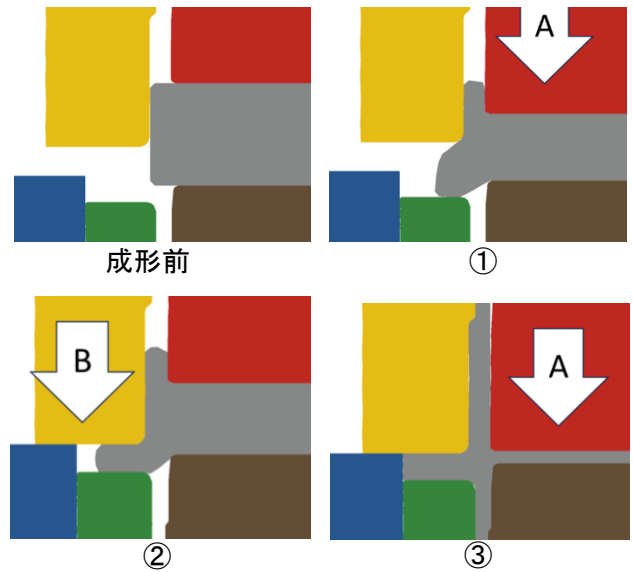


図4 プレス動作の模式図

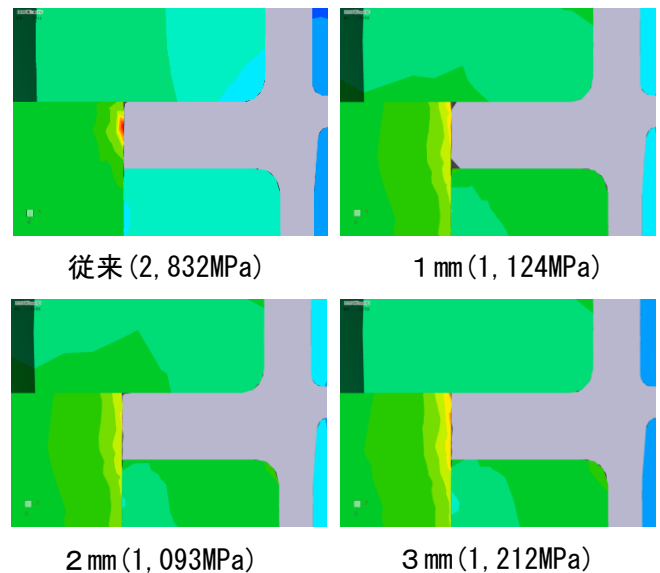
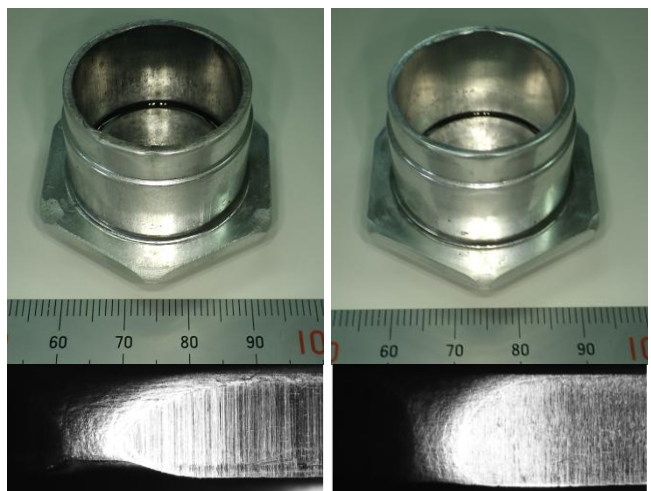


図5 各条件における最大主応力のコンター



(a) 従来方法 (b) 最適化手法
図6 各工程の変形挙動