



E. MURAI

精密鍛造品の成形荷重低減と成形工程短縮に関する取組み Efforts of Forming Load Reduction and Process Improvement for Precision Forging Parts

村井 映介*

1. はじめに

このたび、2019年度日本塑性加工学会新進賞を賜り、大変光栄に存じます。これまでにご指導およびご協力いただいた多くの方々に深く感謝いたします。ここでは、受賞報文として「精密鍛造品の成形荷重低減と成形工程短縮に関する取組み」について、その概要を紹介させていただきます。

2. 成形荷重低減 (中空化工法)¹⁾

2.1 開発背景

軽量化された部品は自動車の燃費向上に必要である。トランスミッションの場合、多くの長尺シャフトが使用されているため、シャフト部品の軽量化は非常に重要となる。

長尺シャフトなどの中空部品の深穴加工はガンドリルによる切削が一般的であるが、加工時間が長く、また材料歩留りも低い。そのため、生産性と歩留り向上のためにも冷間鍛造による深穴成形は必要である。

冷間鍛造で深穴成形する方法として最も一般的に使用されているのが後方押し出しである。しかし、鉄鋼材料の後方押し出しではパンチの座屈により、穴の細長比 (穴深さ / 穴直径) 5以上の成形は困難である。

座屈を防止するために素材にパンチ先端のガイドとなるへそを入れる方法やスリーブによってパンチの初期の座屈を防止する方法があるが、完全な座屈の防止はできない。そのため、パンチ面圧を低減させることが必要である。そこで、張力荷重による押し出し加工法の開発を行った。

2.2 張力荷重押し出し

篠崎ら²⁾は図1のように張力を与えることによって押し出し圧力を低減する方法を提案している。この方法はフランジつきのピレットをダイの端に引っ掛けることによって押し出された部分に張力を発生させ、パンチ圧力を後方押し出しより低くする。

後方押し出しのパンチに作用する面圧をP1、張力荷重押し出しにおけるパンチに作用する面圧をP2、押し出し部に負荷された引張応力 σ_t とし、摩擦の影響を無視した場合、次式の関係が得られる。

$$P2 = P1 - \sigma_t \quad (1)$$

張力荷重押し出しにおけるパンチ面圧は後方押し出しより張

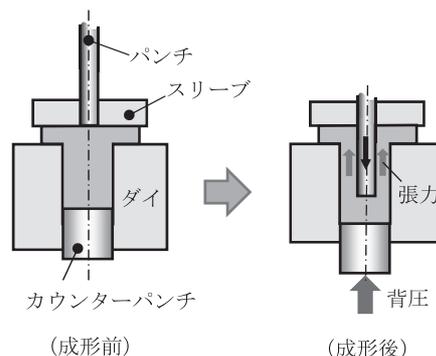


図1 張力荷重押し出し

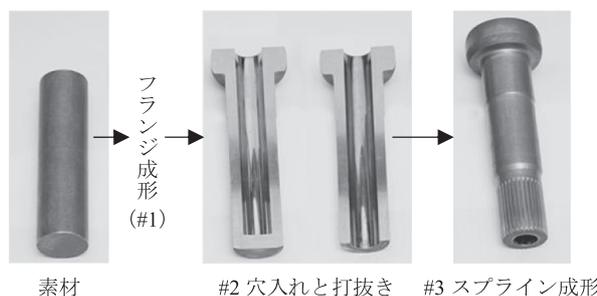


図2 張力荷重押し出しの実用サンプル

力 σ_t だけ低減する。本開発ではこの張力荷重押し出しで深穴成形を行った。

図2は張力荷重押し出しによって成形した実際の製品例である。1工程でフランジを据込みによって成形し、2工程で張力荷重押し出しにより穴入れと打抜き、3工程でスプラインの成形を行っている。

3. 成形工程短縮 (板鍛造)³⁾

3.1 開発背景

板鍛造は板成形の絞りや曲げと鍛造加工の据込みや増肉などを組み合わせた加工法である。この加工法は複雑な形状の軽量化部品を高精度に製造するために用いられている^{4)~7)}。

これまで熱間鍛造後の総削りやカップと円筒部品の接合により製造されていたボス付きカップ部品 (図3) の歩留り向上と接合工程の省略を目指し板鍛造によるボス部とカップ部の一体化成形法の開発を行い、さらに複動成形を用いた工程短縮を行った。

3.2 ボスとカップの一体化

図4は一体化成形を実現したボス付きカップの成形工程

原稿受付 2019年7月31日
* (株)ニチダイ 〒610-0201 京都府綴喜郡宇治田原町禪定寺塩谷14
E-mail: murai@nichidai.co.jp



図3 ボス付きカップ部品

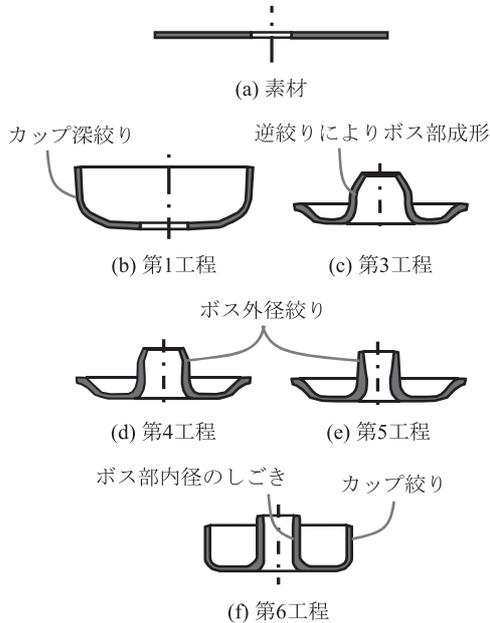


図4 一体化成形工程（すべて単動）

である。この成形では厚板素材を用いるため、ボス部の体積の確保が大きな課題である。まず、素材から第1工程で深絞りによってカップを成形し、第3工程で絞りによってカップのボス部の体積を確保した。その後、第4～5工程でボス部の高さを確保しながら、ボスの外径を徐々に絞っていった。ボス部の絞り成形後、第6工程で絞りによって外側のカップ成形とボス部内径部のしごき成形を行った。

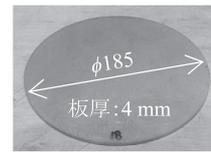
3.3 工程短縮

3.2節では、2部品で構成されていた部品の一体化成形を実現することができた。しかし、ボス部の成形に絞りを用いたため、6工程となり、工程数が非常に多くなった。生産コスト削減のためにはさらなる工程短縮が必要である。

ここでは複動成形を活用して工程短縮を試みた。図5はその短縮工程である。成形中のボス部の破断を防ぐために、成形途中で金型の位置関係を調整することで、ボス付きカップを第1工程で成形することができた。最終の第2工程ではカップの仕上げ成形とボス部内径のしごき成形のみとすることができた。

図5に示した工程は第1、2工程ともに複動成形であるため、図6に示す複動プレスが必要である。このプレスは弊社所有の3つの独立したスライドを有する油圧式複動プレスである。今回はその内、5軸を有するスライドの上側2軸と下側1軸の計3軸を用いて成形試験を行った。材料は直径 $\phi 185$ 、板厚4mmのSPHCを用いた。潤滑剤は油系の潤滑剤を用い、成形前に金型と素材に塗布した。

1工程の成形荷重は3軸合計で約3,000kNであった。図



(a) 素材



(b) 第1工程

(c) 第2工程



(d) 第2工程断面

図5 2工程への工程短縮



図6 油圧式複動プレス（弊社所有）

5(d)には2工程成形後の断面を示している。巻込みなどの欠陥は発生していない。

4. おわりに

「精密鍛造品の成形荷重低減と成形工程短縮に関する取り組み」について、その概要を紹介させていただきました。

今後も金型や工法などの鍛造に関連する技術開発に微力ながら貢献できればと存じます。

参考文献

- 1) 村井映介・森満帆・中山省二・近藤靖之：平成28年度塑性加工春季講演会講演論文集，(2016)，119-120。
- 2) 篠崎吉太郎・工藤英明：塑性と加工，14-151 (1973)，629-636。
- 3) 竹下和也・村井映介・中山省二・近藤靖之：2019年度塑性加工春季講演会講演論文集，(2019)，93-94。
- 4) 中野隆志：塑性と加工，42-484 (2001)，388-392。
- 5) 鈴木敬：塑性と加工，51-594 (2010)，633-637。
- 6) 西野創一郎・大屋邦雄・湯澤幸雄：塑性と加工，51-594 (2010)，642-646。
- 7) 王志剛・吉川泰晴：塑性と加工，57-661 (2016)，119-123。