



Title	DEVELOPMENT OF PRECISION FORGING PROCESSES WITH AXIALLY DRIVEN CONTAINER
Author(s)	王, 欣
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40254
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	おう 王 さん 欣
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 13205 号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学位論文名	DEVELOPMENT OF PRECISION FORGING PROCESSES WITH AXIALLY DRIVEN CONTAINER (コンテナを駆動する精密鍛造法の開発)
論文審査委員	(主査) 教授 小坂田宏造 (副査) 教授 小倉 敬二 教授 宮崎 文夫

論文内容の要旨

密閉鍛造では型空間に材料を完全に充填できれば所望の製品形状および精度が与えられ、極めて生産性の高い加工方法としての特徴が発揮されることになる。しかし、平歯車のような精密部品の鍛造では歯型の隅角部まで充填させるため、加工完了の直前に素材のほぼ全表面は工具により囲まれており、変形の拘束は極めて厳しくなり加工面圧は急上昇する。一方、前後方押し出し加工において、一般に加工の最終段階では押し出しの一方が先に充填し、その後は一方向の押し出しになるため押し出しの圧力が急上昇する。加工面圧が高くなると、工具の寿命が低くなり、工具の弾性変形により鍛造品の精度が劣化する。従って、低面圧で精度良い部品を得るのは精密鍛造における重要な課題である。

本論文では、密閉鍛造における型空間の隅角を充填させる加工面圧の低減を目指し、素材と工具との接触摩擦力を積極的に利用することを考え、コンテナを駆動する精密鍛造法を提案する。パンチを押し込みながらコンテナを軸方向へ運動させると、素材とコンテナとの摩擦力により素材が型空間の隅角部に押し込まれるため、隅角部への材料流動が促進されて低い加工面圧で充填可能であることが期待される。つば付き軸部品の閉塞鍛造、外歯スプライン、内歯スプラインの密閉鍛造およびヘリカル歯車の閉塞鍛造について、コンテナ(或いはマンドレル)を駆動する鍛造法を試みる。変形抵抗の低い材料プラスチックおよび純鉛を用いたモデル実験(物理シミュレーション)と剛塑性有限要素法による数値シミュレーションとの組合せにより、様々な加工条件に対し加工面圧および型空間における材料流動について詳細に調べてその方法の有効性を検証する。コンテナを駆動することにより、素材が型空間の隅角に押し込まれ、型空間の完全充填に要する加工面圧が大幅に低減することを明らかにした。

本論文において、前後方押し出し加工に対して低い押し出し圧力で前後方への材料充填を完了させるため、提案するコンテナ駆動法を前後方押し出しに適用する。コンテナを押し出し比の大きな方向へ動かすと、コンテナと素材との摩擦力により押し出し比の大きな方への材料流動が促進され、逆に押し出し比の小さな方への流動が抑制される。このため、適当な速度でコンテナを運動させることにより両方への材料流量を制御し、押し出し圧力が増加せず、所要の押し出し長さを達成できることが期待される。プラスチックを用いたモデル実験およびFEMシミュレーションにより材料流動の制御に対するその方法の有効性を実証し、コンテナを駆動することにより材料流動が大幅に促進されることを明らかにした。そして、コンテナを駆動する前後方押し出しに基づいて、材料流動の制御を達成できる範囲を広げるため、材料流動に及ぼす摩擦および工具形状の影響両方とも考え、更にテーパ付きコンテナを駆動する押し出し法を提案する。モデル実験およびFEM計算の結果から、その方法を用い前後方押し出しにおける両方への材料流動は更に制御できる

ことが分かる。コンテナを駆動することにより、前後方への材料流量を制御することができるため、一方向押し出しへの移行による加工面圧の急上昇を避けることができる。

論文審査の結果の要旨

歯車など鋼製精密部品を鍛造により製造する場合、加工面圧が過大になって加工不能になったり、充満不良により製品の形状欠陥を生じたりしやすく、精密鍛造が不可能であることが多い。本論文では精密鍛造における加工面圧の大幅低減を目的として、素材と工具との接触摩擦を積極的に利用して材料を金型に押し込む「コンテナを駆動する精密鍛造法」を提案し、その有効性を検証している。通常の鍛造では一つのラムを駆動するのに対し、この加工法ではパンチを押し込みながらコンテナもアクチュエータとして運動させ、素材とコンテナとの摩擦力により素材を型空間の隅角部に押し込むことにより、低い加工面圧で完全充満を可能にしている。

まず、つば付き軸部品の閉塞鍛造、外歯スプライン、内歯スプラインの密閉鍛造およびヘリカル（はすば）歯車の閉塞鍛造について、コンテナ（或いはマンドレル）を駆動する鍛造法を試みている。変形抵抗の低い粘土状モデル材料（プラスチック）および純鉛を用いたモデル実験と剛塑性有限要素法による数値シミュレーションとの組合せにより、様々な加工条件について加工面圧および材料流動を詳細に調べ、この方法が有効であることを明らかにしている。いずれの鍛造方法においても、型空間の完全充満に要する加工面圧を50%以上も低減させ、鋼の精密鍛造を可能にするのに十分であることを示している。

次に、コンテナ駆動法を前後方押し出し加工に適用し、その有効性を検討している。前後方押し出しでは、通常、加工終期に一方が先に充満し一方向流動となるため、加工力の大幅な上昇を生じる。材料を流動させたい方向にコンテナを駆動すると、コンテナと素材との摩擦力により駆動方向への材料流動が促進され、反対方向への流動が抑制される。こうした原理を用い、適当な速度でコンテナを運動させることにより両方への材料流量を制御して、前後方同時充満を可能とし、押し出し圧力を上昇させることなく、所要の押し出し長さの製品を得ることを可能にした。加工可能範囲をさらに広げるため、テーパ付きコンテナを駆動する押し出し法も提案し、材料流動の制御可能範囲を大幅に増大できることを明らかにしている。

近年、冷間鍛造などの精密な鍛造方法が開発され、自動車産業などで多用されるようになってきている。最近では切削後加工を省くことができる程度の高精度鍛造品が求められるようになり、加工面圧低減が非常に重要な課題となっている。本論文は従来にない新しい考え方で面圧を低減する精密鍛造方法を提案したもので、その有効性をモデル実験および有限要素シミュレーションを用いて確認しており、実用化の可能性は高いものと見られる。この研究成果は新しい精密鍛造技術の指針を与えるものであり、博士（工学）論文として価値あるものと認める。