



Title	遊星ボールダイスによるパイプの縮径加工に関する研究
Author(s)	金山, 公三
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3086290
DOI	10.11501/3086290
rights	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏 名	かな 金	やま 山	こう 公	ぞう 三
博士の専攻分野 の 名 称	博 士 (工 学)			
学 位 記 番 号	第 9 9 4 8 号			
学位授与年月日	平成 3 年 11 月 20 日			
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当			
学 位 論 文 名	遊星ボールダイスによるパイプの縮径加工に関する研究			
論文審査委員	(主査)			
	教授 小坂田宏造			
	(副査)			
	教授 福岡 秀和 教授 小倉 敬二 助教授 森 謙一郎			

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、パイプの新しい加工方法としてロールの代わりにスチールボールを利用する遊星ボールダイスを提案し、パイプの直径を減少させる縮径加工技術を確立することを目的として行ったものである。すなわち、軸剛性の不足のために高速回転が不可能なロールに比べて、3倍以上の高速回転(20,000 r P m以上)での加工が可能な方法を提案した。そして、製品の機械的特性や必要な加工力について検討するとともに、加工限界、すなわち製品表面のはく離や、座屈及びまくれの発生と加工条件の関係を明らかにした。さらに、高速加工が可能なことを実証した。また、セラミックスと金属の複合管作製技術への応用も行った。本論文は8章から構成されており、各章の要旨は次の通りである。

第1章は序論であり、パイプの縮径加工方法に関する現状を整理するとともに、本研究の目的と意義を明らかにした。

第2章では、遊星ボールダイスの構造及び加工の原理を概説するとともに、ボールとパイプの接触面積に対する加工条件の影響について解析した結果を示した。また、加工装置を設計・試作し、種々の条件下で加工を行って加工特性の概要を調べた。

第3章では、製品特性として重要な項目である表面形状について幾何学的な解析を行い、実験値と比較した。さらに、工具の形状誤差が製品の表面形状の悪化に及ぼす影響について解析し、表面形状改善のための指針についても示した。

第4章では、加工に必要なトルク及び軸力をエネルギー法によって解析し、ボールの径及び個数、送り量、縮径率、摩擦係数等の加工条件の影響について、解析値と実験値とを比較検討した。また、コニカルダイスの加工力との比較を行い、遊星ボールダイスの優位性を示した。

第5章では、繰返し加工による表面のはく離や、座屈による多角形管化、回転鍛造におけるマッシュ

ルーム変形と類似の現象であるボールとの接触部近傍におけるパイプのまくれ等による加工限界について検討した。

第6章では、毎分20,000回転以上の高速でダイスを回転させ、毎分60m以上の速度での引抜きが可能となったことを実験で示すとともに、ダイス寿命の解析を行った。さらに、溝付き浮きプラグを利用しての、内面溝付き管製造への応用成果を示した。

第7章では、セラミックスと金属の複合管の作成へ遊星ボールダイスを応用し高温での耐食及び耐摩耗性に優れたアルミナとステンレスの複合管を作成した。また、セラミックスの外周に延性金属材料をかしめることによって、セラミックスに対する応力集中、衝撃力、熱応力等の緩和を計り、成功例の無かったセラミックスの摩擦圧接を可能にした成果も示した。

第8章では、以上の研究成果を総括するとともに、今後の研究の展望について述べた。

論文審査の結果の要旨

最近、空調機器等の性能を向上させるために、内面に螺旋状の溝の付いた直径の小さなパイプが必要になり、パイプの直径を縮小させる加工技術の開発が望まれている。本論文は、遊星ボールダイスを用いた新しいパイプの縮径加工法を提案し、その加工特性を研究した結果をまとめたものである。従来のパイプの縮径加工では、ロールを用いて局部的に加工を行ってきたが、軸がたわむため高速回転には適しておらず、生産性が低いという問題点があった。本縮径加工法では、数個のボールを回転させながらパイプの外径を減少させるものであり、剛性が高く、高速回転を行うことが可能である。

まず、遊星ボールダイスの加工装置を試作し、種々の条件下で実験を行って加工特性を調査している。次に、製品特性として重要である表面形状について幾何学的な解析を行い、ボール径、ボールの個数、送り速度、ボール軌道のずれによる影響を明らかにしている。また、エネルギー法を用いてトルクおよび軸力を計算し、加工条件による影響を調べ、遊星ボールダイスによる軸力はコンカルダイスによる引抜き加工の半分以下であることを示している。さらに、繰返し加工による表面はく離、座屈による多角形管化、ボールとの接触部近傍におけるパイプのまくれなどによる本方法の加工限界を実験的に明らかにしている。

本加工法の特徴である高速回転の可能性を調べるため、加工後の表面性状およびダイスの強度について調査し、ロールを用いる従来法と較べて3倍以上の高速回転（20,000rpm以上）が可能であることを理論的および実験的に明らかにしている。また、熱効率が高い内面溝付きパイプを製造するために、パイプの内側に浮きプラグを使用して加工を行い、この方法が空調機器用の内面溝付きパイプの製造に適していることを示している。さらに、内側にセラミックス、外側に金属パイプを配置して本方法でかしめることにより、接合強度の高い複合パイプを得る新しい製造方法を提案している。

以上の成果は、パイプの縮径加工に関し、有益な新しい知見を得ており、生産加工技術の進歩に貢献するところ大であり、博士(工学)論文として価値あるものと認める。