

2003年2月19日

機械・構造システム工学専攻	学籍番号	009008	指導教官氏名	森 謙一郎 教授
申請者氏名	村尾 卓児			牧 清二郎 助教授
				原田 泰典 助手

論文要旨 (博士)

論文題目	純チタン極深容器の冷間多段深絞り加工に関する研究
------	--------------------------

(要旨 1,200字程度)

本論文では、純チタン極深容器を成形するために、純チタン板の冷間多段深絞り加工に関する研究を行った。

純チタン板の多段深絞り加工において焼付きを防止し、高耐食性を有する純チタン極深容器を成形した。純チタン板は、深絞り加工に対して十分な延性と高い r 値を有するが、金属的に活性であるため深絞り加工中に焼付きが発生しやすい。酸化皮膜を付けた純チタン板は、深絞り加工中にダイスと直接接触しない。焼付きを防止するために純チタン板に陽極酸化及び大気酸化皮膜処理を行い、酸化皮膜処理条件及びダイス材質と焼付き防止効果の関係を調査した。アルミ青銅ダイスの適用または酸化皮膜の再処理をすることによって、容器高さが径に対して6倍以上の純チタン極深容器の加工が可能となった。

市販のカラー純チタン板を用いて多段深絞り加工における焼付きを防止した。建築の分野で意匠性材料として普及しているカラー純チタン板は、陽極酸化皮膜処理が行われており、焼付き防止効果がある酸化皮膜層が形成されている。市販のカラー純チタン板を利用することにより、成形メーカーにおいて皮膜処理設備への投資が避けられる。多段深絞り加工において、皮膜処理電圧、ダイス材質と潤滑剤が及ぼす焼付き防止効果への影響を調査した。カラー純チタン板には、多段深絞り加工に対して十分な焼付き防止効果があった。

窒化皮膜によって純チタン板の多段深絞り加工における焼付きを防止した。窒化皮膜は、窒素雰囲気中で純チタン板を焼鈍処理することによって形成される。純チタンの新生面は、深絞り加工中、窒化皮膜によってダイスと直接接触しない。多段深絞り加工における焼付きに及ぼすダイスの材質と潤滑剤の影響を調査した。純チタン板の多段深絞り加工における焼付きに対して、窒化皮膜は有効であった。成形の最終工程において、しごき絞り加工を適用することによって、純チタン深絞り容器側壁面の表面粗さが改善された。

純チタン深絞り容器を量産化することを目的として、カラー純チタン板及び窒化皮膜処理純チタン板を使用し、多段深絞り加工におけるアルミ青銅ダイスの耐摩耗性を調査した。3段深絞り加工の実験では、アルミ青銅ダイスの焼付き防止効果は高く、1000個の深絞り加工が可能であった。加工個数とともにアルミ青銅ダイスはダイスR部において摩耗は進行したが、深絞り容器外径の変化量は小さく、ダイス摩耗量が製品精度に与える影響は小さかった。

多段深絞り加工における生産性を向上させることを目的として、しわ押えなし再絞り加工の有限要素シミュレーションを行い、しわ発生を防止するために、ダイス角度を最適化した。しわの発生とダイステーパ角度の関係をシミュレーションによって求め、しわ発生を防止するダイス角度を調査した。しわ押えなし再絞り加工におけるしわ発生をしわ高さと同周方向応力によって評価した。有限要素シミュレーションの予測と再絞り加工の実験結果はよく一致した。

深絞り加工製品の用途開発として、多段深絞り加工による中空バルブの成形を行った。この中空バルブは、自動車用エンジンバルブの大幅な質量低減を可能とする。軽量化された中空バルブは、燃費の向上とCO₂削減に寄与する。多段深絞り加工と多段しごき絞り加工によって成形された中空バルブのステム部の製品精度は良好であった。