

医療用純チタン箔材のマイクロ精密プレス成形におけるトライボロジー特性

○清水 徹英*¹⁾、楊 明*¹⁾、真鍋 健一*²⁾

1. はじめに

デバイスの小型化、多機能集積化への要求に対し、優れた生産性を特徴とするマイクロ精密プレス成形技術が、 μm ～サブmmオーダーの部品生産における低コスト化に貢献してきている。特に、およそ3兆円の市場規模を誇る医療機器分野において、今後高齢化社会を迎える社会的背景からも、その量産技術として注目を浴びている。その中でも、優れた耐食性および生体適合性を有するチタン材料は、既に多くの医療機器用途で製品化されており、従来の機械加工技術からの工法転換による低コスト化への期待は大きい。

しかし、一般的にチタン材料は活性な金属であり金型との凝着が生じやすく、大きな技術課題として挙げられている。従来の板材プレス成形では、その凝着を防止する方法として、被加工材の陽極酸化処理等の焼付き防止への対策が報告されている一方で、マイクロ精密プレス成形では、その発生要因および凝着防止に関する検討は十分に行われていない。特に板厚の極薄化に伴い、板厚に対する酸化被膜厚さの相対的割合が変化し、その破壊および凝着挙動が従来とは異なることが考えられる。そこで、本研究では純チタン箔のマイクロ精密プレス成形におけるトライボロジー特性を解明することを目的とした。

2. 実験方法

本研究では、板厚の異なる純チタン箔（板厚 $300\mu\text{m}$ および $50\mu\text{m}$ ）を用いて、ボールオンディスク試験および連続マイクロ円筒深絞り試験を行った。板厚に対する酸化被膜厚さの違いが純チタン箔の摩擦および凝着挙動に及ぼす影響を検証するため、陽極酸化処理により酸化膜厚さの異なる供試材を作製した。またマイクロ円筒深絞り試験では、相似的に寸法の異なる2種のマイクロ深絞り金型を用意し、加工寸法の違いによる摩擦特性の違いを評価した（図1）。

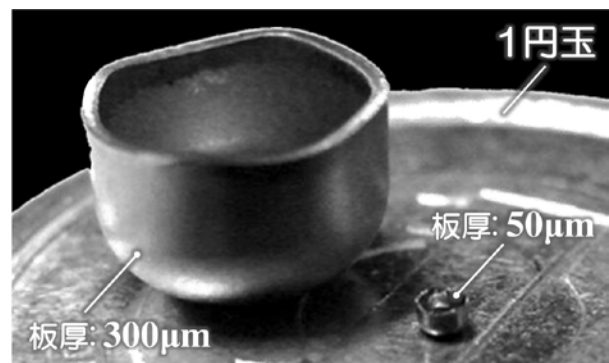


図1. 異なる寸法領域におけるマイクロ円筒深絞りカップ外観写真

3. 結果・考察

被加工材のバルク変形を含まないボールオンディスク試験では、板厚に関係なく、酸化被膜の厚膜化による摩擦係数の低下が確認された。一方、マイクロ円筒深絞り試験において、板厚 $300\mu\text{m}$ の箔材では、ボールオンディスク試験と同様、成形荷重が低下したのに対し、板厚 $50\mu\text{m}$ の箔材では逆に酸化被膜の厚膜化により摩擦係数が上昇した。これは、マイクロ寸法領域では、酸化被膜の剥離により発生する剥離粉が摩擦挙動に対し、より支配的になることが要因と考えられる。

4. まとめ

チタン箔材のマイクロ精密プレス成形特有のトライボロジー特性として、純チタン表面の酸化被膜の破壊・剥離によって発生した剥離粉が、成形中の摩擦挙動に大きく影響することを明らかにした。

*1) 首都大学東京システムデザイン学部、*2) 首都大学東京理工学研究科