

## 22 スマート材料のマイクロ切削加工技術に関する研究

平山明宏, 浜口和也, 福地雄介

### 1 目的

最近、エッチングやリソグラフィなどの半導体微細加工技術の発展により、マイクロマシンの開発が盛んに行われているが、以下の欠点がある。①製造プロセスが複雑、②製造設備が高価、③使用材料が制約される、④3次元形状の製作が困難。このため当センターの取り組みとして、3次元形状の加工が高自由度に行えるマイクロ切削加工による微細加工技術の開発を進めてきた<sup>1)</sup>。

本研究では、マイクロデバイスの駆動源として期待されている形状記憶合金や圧電素子などのスマート材料にマイクロ切削加工技術を適用し、切削条件における材料特性への影響について調べ、基礎情報を得るとともに、マイクロポンプなどのマイクロデバイスの実現に 응용を図っていく。今回は、TiNi 形状記憶合金の形状記憶特性に及ぼすマイクロ切削加工の影響について調査した結果について報告する。

### 2 実験方法

供試材には、Ti-48at.%Ni 合金線材(縦3mm×横20mm×厚3mm、以下 TiNi 合金と呼ぶ)を石英管内に真空封入し、500℃・30分保持後、急冷した溶体化処理材を用いた。実験に使用した加工装置は、超高速回転3次元形状精密加工装置(㈱ソディックエンジニアリング製 MC250L)である。工具には、直径0.4mmの2枚刃超硬ボールエンドミルを使用した。表1に示す主な切削加工条件で加工した供試材の加工表面に直径0.8mmのクロム球の圧子を、25N~300Nの荷重まで押し込み、圧痕を形成した後加熱し、圧痕の深さ方向の形状回復量を評価した。

表1 マイクロ切削加工条件

|                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| 主軸回転数( $\text{min}^{-1}$ )    | 4万, 6万, 8万, 12万         |
| 切削速度( $\text{m}/\text{min}$ ) | 35.5, 53.3, 71.1, 106.6 |
| ピックフィード( $\text{mm}$ )        | 0.02                    |
| 切込み量( $\text{mm}$ )           | 0.01                    |
| 切削油の供給                        | オイルミスト                  |
| 切削方法                          | ダウンカット                  |

### 3 結果と考察

図1に TiNi 合金の形状記憶特性に及ぼすマイクロ切削加工の影響について調査した結果を示す。形状回復前後の圧痕の深さを  $h_0$ 、 $h$  として、形状回復率を  $(h_0-h)/h_0$  と定義

する。すなわち、100%回復すれば回復率が1となる。未加工面の圧痕は、押し込み荷重100Nまで完全に回復するが、マイクロ切削加工品においては、6万回転/分までの低速回転域で75Nまでとなっている。このため、未加工品と比べてマイクロ切削加工による形状記憶特性の劣化が見られるものの、押し込み荷重によってはマイクロ切削加工品でも完全な形状記憶効果が生じることがわかった。また、8万回転/分以上の高速回転域においては、押し込み荷重50Nまでしか圧痕は完全に回復せず形状回復率が低下することがわかる。これまでの実験結果から、回転数が増加すると、マイクロ切削加工面近傍ではB2相への逆変態が顕著になることが明らかとなっており<sup>2)</sup>、これが形状回復率にも反映したと考えられる。

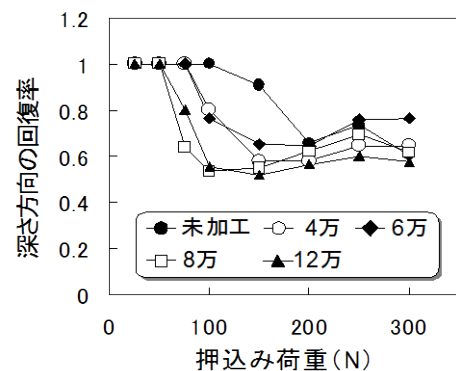


図1 マイクロ切削加工面の圧痕深さの形状回復率

### 4 結論

本研究では、TiNi 合金の形状記憶特性に及ぼすマイクロ切削加工の影響について調査した。その結果、マイクロ切削加工品においても、ある範囲で形状記憶効果が出ることが明らかとなり、マイクロ切削加工によるアクチュエータの実現が期待できることがわかった。今後、さらに調査を進め TiNi 合金のアクチュエータの開発へつなげていきたい。

#### 参考文献

- 1) 浜口和也ら, 兵庫県立工業技術センター研究報告書第15号, pp. 28 (2006).
- 2) 平山明宏, 浜口和也, 兵庫県立工業技術センター研究報告書第19号, pp. 44 (2010).

(文責 平山明宏)

(校閲 福地雄介)