

### (3) 機能性加工工具材料の開発

(平成24年度～平成26年度)

#### 1. 研究のねらい

精密機械加工における重要な工具の一つに切削用工具がある。特に厳しい条件で用いられる加工工具には、通常、蒸着やディッピングといった手法で刃物の母材に主としてセラミックスによるコーティング（被覆）加工が施される。コーティングの目的としては、硬度、強度、耐摩耗性の向上のほか、耐食性、摩擦抵抗の減少、熱拡散や機械的な原子拡散防止など非常に多岐にわたっている。一般に、硬い材料の切削や精度を求められる切削には、サーメット(TiN：窒化チタン)被覆された超硬工具が多く用いられている。サーメット被覆は硬度が高い反面、靱性に乏しく、さらに、母材との密着強度が低いという問題点を有しているほか、実際に加工する際の加工条件を厳密に調整しなければならないといった複雑さも抱えている。

本研究は、既存の超硬工具が抱える問題点の解決を目的に、本来、被覆材として用いられる材料を母材とする耐摩耗 FGM 工具材料の設計・開発を行い、密着性の問題を克服するとともに、傾斜機能材料 (FGM) とすることで硬度や耐摩耗性を損なわずに靱性やチップング性の向上を図ることを目的とした。材料製造プロセスには、これまで培ってきた粉末冶金に関する技術を更に発展させ、新たに技術開発する。

#### 2. 研究の方法

研究計画に基づき、本年度は以下の機能性加工工具（刃物）材料の開発研究を実施した。

- 1) 加工工具の試作・改良
- 2) 加工試験
- 3) 加工工具の製造及び特性評価

#### 3. 研究成果の概要

- 1) 加工工具の試作・改良

抗折力試験による強度特性、破壊靱性値、およびマイクロビッカース試験による硬度分布特性から、極めて高い刃物特性を有する材料が得られたことから、この材料を用いてスローアウェイチップを試作した。ここで、スローアウェイチップの組成は、切れ刃部分からスローアウェイバイト取付部（基部）にかけて、切れ刃材 100% > 90% > 70% > 基部材のような傾斜組成となるように設計した。この試作チップの切れ刃材には、TiN+2.0%Al に Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 粒子を 2.5% 添加した複合材料に、更なる高靱化を目的とした 0.5%B（ホウ素）の添加を行った。

- 2) 加工試験

刃物を製造する際の加工試験には、ワイヤカット加工機を用いた。切れ刃部に添加され

る Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 粒子は絶縁体であるためワイヤカットが困難であることから、充填液を蒸留水／イオン交換水とし、ワイヤが切断し加工不能となるまでの時間を測定した。加工開始時の印可電圧は、蒸留水で 225V、イオン交換水では 260V が最適であった。ワイヤ切断までの時間は、蒸留水では 16 時間、イオン交換水では 14 時間であった。ワイヤカット加工機はソディック製を用いたが、この装置には加工中の加工液の比抵抗を一定に保つ純水器（イオン交換機）が装備されているため、蒸留水／イオン交換水の差は加工スタート時のみとなるが、ワイヤ切断時間、面粗度に多少の差が出た。これは、初期印可電圧の小さい蒸留水が加工に有利であったためと考えている。いずれにせよ、本加工試験により、本工具材料が放電加工可能であることがわかった。

### 3) 加工工具の製造及び特性評価

この結果を受けて、実際にスローアウェイチップを製造し、切削試験を行った。被削材には S45C 調質材を用い、市販の超硬工具（試験依頼を行った加工企業で普段最も多く用いる工具）と比較を行った。超硬工具が約 140 時間で、摩耗・チッピングが認められたのに対し、試作したチップは 200 時間経過後も大きなチッピングや摩耗は認められず、良好な切削が行われている。尚、本試験は、試作したチップにチッピングや摩耗が認められるまで、継続実施する予定である。

担当者 高橋 志郎、下野 功