

### (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、韌性に乏しく、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傾斜機能材料（Functionally Graded Materials：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、FGM とすることで硬度や耐摩耗性を損なわずに韌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) 機能性加工工具材料の材料設計
- 2) 機能性加工工具材料の製造法に関する検討および試作

#### 3. 研究成果の概要

##### 1) 耐摩耗材料の設計

前年度までの研究では、刃物（加工工具）の主に切れ刃となる部分についての研究を行ってきた。本研究では、実際に刃物を作製することを目的とした研究を行った。切れ刃の部分には、前年度の研究で得られた合金である TiN+2.0%Al、韌性を要する基部の材料に (Ti, W, Cr) B および切れ刃となる部分に Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、韌性を要する基部の材料に (Ti, W, Cr) B の 2 種類の系を設計した。TiN 系材料に用いる粉末は平均粒径 10 μm とし、添加する Al 粉末は平均粒径 20 μm とした。これらを遊星ボールミルにて 100 時間混合粉碎し試験試料とした。Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 系材料は、添加物なしに遊星ボールミルにて 100 時間混合粉碎し、試験試料とした。

TiN+2.0%Al 材には、高韌化および耐摩耗性強化を目的として平均粒径 125nm の Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 粒子の添加を行った。

切れ刃部分からスローアウェイバイト取付部（基部）にかけては、焼結温度や熱伝導性を考慮して、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。

## 2) 製造条件の検討および試作

焼結には、放電プラズマ焼結機を用い、焼結温度 2,230°C、加圧応力 60MPa、保持時間 15 分で焼結をおこなった。焼結中の脱ガス処理として、焼結開始時には加圧を行わず（最低加圧力）、150°Cで 5 分保持、450°Cで 5 分、830°Cで 5 分のような昇温/保持を行った。切れ刃材料はセラミックスのため、焼結温度 1,400°Cで一度焼結温度を保持して反応を促す処理を行い、昇温開始と同時に 60MPa にて加圧を行った。

焼結体の相対密度は、99.88% (TiN 系)、99.79% ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) となっており、前年度の研究で不十分だった緻密化が改善された。

これらの材料的・機械的特性評価は来年度に実施し、さらに各種機能性を追求した上で加工工具（チップ）を試作し、試験に供する予定である。

担当者 高橋 志郎、下野 功