

(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) 機能性加工工具材料の特性評価
- 2) 応用化技術の検討

3. 研究成果の概要

- 1) 加工工具材料の特性評価

前年度までの研究で、「切れ刃部分」から「スローアウェイバイト取り付け部(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スローアウェイチップを作製した。今年度の研究では、この試作チップの切れ刃材を TiN+2.0%Al に Si_3N_4 粒子を 2.5% 添加した複合材料として、強度、硬度、耐剥離/チップング、耐摩耗特性評価を行うために、抗折試験、ナイフエッジ状の試験片を用いた押込試験、西原式摩耗試験を実施した。

○抗折試験による強度特性は、最大抗折力 4.3MN となり、市販の超硬材料の 4 倍程度の強度であった。また、そのときの最大たわみ量は、1.34mm であり、こちらも超硬材料の 2 倍程度であった。

○硬度試験としてマイクロビッカース試験による硬度分布試験を行った。切れ刃 100%、90%、70%および基部材のマイクロビッカース硬度は、それぞれ 2431GPa、2133GPa、1730Gpa および 1554GPa となり、極めて硬い切れ刃を有しながら、靱性も高い材料が得られたことを示唆した。

○耐剥離／チップング特性では、ナイフエッジ試験片を超硬材料に押しつけ、各組成界面での剥離や欠け（チップング）の状況を調査した。剥離については、いずれの界面でも認められず、欠けも強度特性以内では存在しなかった。

○摩耗試験結果は、相手材である超硬材料の摩耗量が 38mg であるのに対し、試作材切れ刃材では、摩耗量が 5.3mg と極めて高い耐摩耗性を示した。このことから耐摩耗性を良好と記載した。

2) 応用化技術の検討

本研究で開発中の機能性加工工具材料を応用するうえで鍵となる技術として、FGM 部の更なる高靱化（ホウ素の添加）、 TiB_2 の粗大析出物の低減、焼結条件について検討を継続実施中である。次年度は、これまでに開発した FGM を用い、加工工具の製造を行う。

担当者 高橋志郎、下野 功