

(3) 傾斜機能耐摩耗工具材料の開発 (平成 21 年度～平成 23 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、本年度は以下の耐摩耗工具材料の応用化研究を実施した。

- 1) 耐摩耗工具材料の特性評価
- 2) 機能性の追加に関する検討

3. 研究成果の概要

- 1) 耐摩耗工具材料の特性評価

金型加工などの精密加工に用いられる耐摩耗工具には、前年度設計した TiN 系（切れ刃部分: TiN+2.0%Al、基部: (Ti, W, Cr) B）および SiN 系（切れ刃部分: Si₃N₄、基部: (Ti, W, Cr) B）の 2 種類の系を用い試験片とした。

この試験片について硬さ試験および摩耗試験を行った。硬さ試験には、マイクロビッカース硬度計を用い、摩耗試験には、大越式摩擦摩耗試験機を用いた。

TiN 系切れ刃部分、SiN 系切れ刃部分、基部の硬さは、それぞれ 2, 200GPa、2, 100GPa および 1, 550GPa であり、切れ刃部分がより硬く、基部は比較的靱性が高いことが示唆された。

摩耗試験は、TiN 系、SiN 系の他に基部のみである (Ti, W, Cr) B も試験片を作製し試験に供した。相手材には、金型材料として比較的多く用いられる SKD61QC を用いた。その結果、最も高い耐摩耗性を示したのは SiN 系でありその摩耗減少量は、約 8mg であった。TiN

系の摩耗減少量は9mgであり、(Ti, W, Cr) B材の摩耗減少量は22mgであった。ただし、摩耗減少量は少なかったもののSiN系では微細なチッピング(欠け)が発生しており原因の特定が急務と言える。

2) 機能性の追加に関する検討

硬さ試験、試験摩耗試験および前年度行った強度試験(抗折力)の結果を踏まえて、各系の材料について付与すべき特性をあげると、①TiN系については耐摩耗性の向上、②SiN系については靱性の向上および一層の緻密化であると考えこれらの改善を目的に材料設計を行った。

TiN系については、耐摩耗性向上のため Si_3N_4 微細粒子(平均粒径0.8 μm)を添加し、これまで同様試験片を作製したが、相対密度97.3%までの緻密化しかできず、摩耗試験でも摩耗減少量13mgと耐摩耗性が減少した。これは、 Si_3N_4 微細粒子の添加により焼結が阻害され(恐らく摩擦抵抗等によると考えている)十分な緻密化が行われなかったためと考えられ、焼結条件を再検討する必要がある。

また、SiN系については、より高靱化を目的とした微細粒子の使用を試みたが、こちらも相対密度95.1%という低い値であり、摩耗試験の結果チッピングは認められなかったものの、摩耗減少量が10mgと低くなり十分な材料開発ができたとは言い難い。

いずれにおいても、十分な機能改善はできなかったものの、焼結体の密度を向上させることで特性が大きく改善される可能性を否定できるものではないことから、より詳細な焼結条件を検討したいと考えている。

担当者 高橋志郎、下野 功