

(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、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、本年度は以下の傾斜機能耐摩耗工具材料設計と製造に関する研究を実施した。

- 1) 耐摩耗材料の設計
- 2) 製造条件の検討

3. 研究成果の概要

- 1) 耐摩耗材料の設計

金型加工などの精密加工に用いられる耐摩耗工具のコーティングには、Ti-N系の材料に、韌性向上、密着性向上のためにAlなどの微小添加元素を加えたサーメット系の材料が多く用いられていることから、本研究では切れ刃となる部分に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Si₃N₄、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。

切れ刃部分から基部にかけては、焼結温度や熱伝導性を考慮して、切れ刃材100%>90%>50%>30%>100%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

既存法での工具の製造方法は、母材をニアネットシェイプにホットプレス等で焼結し、外径や溝などの形状を決めるための研磨後、コーティング材を蒸着し、最後に刃付けの仕上げ研磨を行う。この製造方法は、超硬合金、セラミックス、CBN工具についてはほぼ同様である。コーティングは、コーティング材と同じ組成のターゲットを作製し、CVD等で蒸着を行なうことで母材に被覆する。一方、本研究では、被覆を行わずに、コーティング材を母材とした傾斜機能刃物材料を焼結するため、行程の簡略化が期待できる。

焼結には、放電プラズマ焼結機を用い、焼結温度2,400℃、加圧応力40MPaにて焼結をおこなった。切れ刃材料はセラミックス、基部は金属+ホウ素の混合物であるため、焼結温度1,400℃で一度焼結温度を保持して反応を促す処理を行い、焼結温度1,500℃より加圧を行った。

特性評価については次年度検討する予定であるが、現段階では、焼結体の相対密度が99.2%(TiN系)、98.5%(Si₃N₄)となっており、加圧や焼結温度、焼結前の粉末の前処理について検討が必要であると考えられる。

担当者 高橋志郎、下野 功

