

(Ti,V)N膜コーテッド超硬合金工具の切削性能
— ステンレス鋼切削における工具摩耗 —

和田 任弘 戸井原 孝臣*

Cutting Performance of (Ti,V)N Coated Cemented Carbide Tools
— Tool Wear in Cutting of Stainless Steel —

Tadahiro Wada and Takaomi Toihara*

粉体および粉末冶金 49巻, 11号, (2002), 984—988.

耐欠損性に優れた超硬合金を母材とし、これに耐摩耗性に優れたセラミックス膜をコーティングしたコーテッド超硬合金は、耐欠損性と耐摩耗性を兼備しているため切削工具材料として多用されている。セラミックス膜を母材へコーティングする方法として、PVD法とCVD法が工業的に使用されているが、PVD法では、残留引張り応力やクラックの発生による強度低下もなく、さらに脆化相も生じにくいいため、耐欠損性が要求される超硬ドリルや超硬エンドミルのコーティング処理にも適用できる。PVD法で用いられる被膜としては、TiN膜、Ti(C,N)膜、(Ti,Al)N膜などがあり、それぞれの被膜には概ね適用範囲がある。たとえば、これまでPVD被膜の主流とされていたTiN膜に比べると、Ti(C,N)膜は耐摩耗性に優れ、(Ti,Al)N膜は耐熱性(耐酸化性)に優れている。このため、硬さの異なるダイス鋼の切削においても、焼なまし材や $H_{RC}40$ 程度の熱処理材ではTi(C,N)膜が適するが、 $H_{RC}60$ の熱処理材では(Ti,Al)N膜の方が適している。従って、ユーザ側から見れば、同一被膜のコーテッド超硬合金工具で種々の被削材を切削することができれば、工具の在庫管理などで利点が生じる。このような要求を満たす被膜として、(Ti,V)N膜に注目することができる。O. Knotekらは、炭素鋼の旋削において、(Ti,V)N膜コーテッド超硬合金の有効性を明らかにした。また、和田らは、焼結鍛造材切削において、(Ti,V)N膜コーテッド超硬合金は、TiN膜や(Ti,Al)N膜コーテッド超硬合金に比べ耐摩耗性に優れていることを明らかにした。この理由として、花崎らは、焼結鍛造材の切削におけるコーテッド超硬合金の摩耗機構はアブレシブ摩耗であるとし、このため、TiN膜や(Ti,

Al)N膜よりも高硬度でしかも高密着強度の(Ti,V)N膜が優れた耐摩耗性を示したとしている。このように、アブレシブ摩耗に対しては、(Ti,V)N膜の有効性が示されているが、凝着摩耗に対する有効性については明らかにされていない。凝着摩耗を起こしやすい被削材としてオーステナイト系ステンレス鋼があげられる。

そこで本研究では、超硬合金K10種を母材とし、Ti/V原子比を変化させた(Ti,V)N膜をPVD法によりコーティングしたコーテッド超硬合金の被膜特性を調べた。さらに、SUS310S材の外周旋削を(Ti,V)N膜コーテッド超硬合金工具で行い工具摩耗を調べ、TiN膜と比較した。これらの結果をもとに、(Ti,V)N膜コーテッド超硬合金工具の凝着摩耗に対する効果について検討を加えた。

得られた主な結果は、次の通りである。

- (1) (Ti,V)N膜コーテッド超硬合金の硬度は、Ti75V25N膜が最も高く、Ti25V75N膜が最も低かった。
- (2) (Ti,V)N膜コーテッド超硬合金の密着強度は、Ti75V25N、Ti25V75N膜が最も高く、Ti50V50N膜が最も低かった。
- (3) 送り、切込みをやや大きくしてSUS310Sを切削した場合、Ti75V25N、Ti25V75N膜コーテッド超硬合金工具の摩耗進行が遅かった。
- (4) 切削速度を大きくすると、いずれのコーテッド超硬合金工具の摩耗進行に大差なかった。
- (5) 送り、切込みを小さくしてSUS310Sを切削した場合、Ti75V25N、Ti50V50N膜コーテッド超硬合金工具の摩耗進行がやや遅かった。
- (6) Ti75V25N膜コーテッド超硬合金が、耐凝着摩耗性ならびに耐アブレシブ摩耗性のいずれにも優れた。

* オーエスジー(株)

焼入れ焼結鋼の被削性

和田 任弘

Machinability of Hardened Sintered Steel

Tadahiro WADA

粉体および粉末冶金 50巻, 7号, (2003), 527-533.

焼結鋼用合金粉として使用される部分合金化粉は、完全合金化粉に比べ成形性・圧縮性に優れている¹⁾ため、ギヤーポンプなど高強度が要求される焼結機械部品に多く使用されている。電動工具用歯車、シンクロナイザーハブのように機械的強さ、耐摩耗性がさらに要求される場合には、焼結後、焼入れ焼戻し処理が施される²⁾。焼結機械部品は、焼結後できるだけ切削などの機械加工をしなくてすむように設計するのが望ましいが³⁾、さらに厳しい寸法公差、精度を出すために旋盤加工などの機械加工が実施される⁴⁾。このような機械加工は、通常、焼入れ焼戻し処理前に行われる。しかし、焼入れ焼戻し処理によって生じる残留ひずみが寸法精度を低下させる場合には、焼入れ焼戻し処理後に焼結鋼の切削を行う必要がある。この場合、焼結機械部品は大量に生産されるので耐摩耗性に優れ、しかも能率を高めるために高速度切削が可能な工具材によって切削する必要がある。これには、耐熱・耐摩耗性に優れたcBN焼結体が有効な工具材と考えられる。

一方、横穴など金型成形では形状出しが不可能な場合にはドリル穴あけ加工などの機械加工が実施される⁴⁾。この場合、工具材には耐欠損性・耐摩耗性に優れていることが要求される。これには、耐欠損性に優れた超硬合金を母材とし耐摩耗性に優れたセラミックスをコーティングしたコーテッド超硬合金が有効な工具材と考えられる。PVD法は、CVD法に比べ低温処理のため密着性にやや劣るものの、被膜に圧縮応力を付加できるため強度低下が少ない⁵⁾などの理由により、耐欠損性が要求される超硬ドリルや超硬エンドミルのコーティング処理に多く用いられている。また、被膜としては、TiN、Ti(C, N)、(Ti, Al)N膜が一般に使用されている。このようなPVDコーテッド超硬合金の耐摩耗性を調べた研究は多い。しかし、ほとんどが焼入れ鋼切削⁶⁾や焼結鋼切削における耐摩耗性について調べられており、焼入れ焼

結鋼切削におけるPVDコーテッド超硬合金工具の摩耗特性について体系的に調べた研究は見あたらない。

そこで本研究では、部分合金化粉を原料とする焼結鋼の焼入れ焼戻し処理を行った焼入れ焼結鋼の被削性を調べるために、PVDコーテッド超硬合金工具、およびCBN工具で焼入れ焼結鋼の旋削を行い、工具摩耗を調べた。さらに、切りくず、表面粗さ、切削抵抗も調べた。

得られた主な結果は、次の通りである。

- (1) コーテッド超硬合金工具の中では、Ti(C, N)膜コーテッド超硬合金工具の摩耗進行が最も遅かった。
- (2) Ti(C, N)膜コーテッド超硬合金工具で焼入れ焼結鋼を切削すると、切削速度0.14m/sから1.67m/sまでの範囲では、表面粗さおよび切削抵抗はほとんど変化しなかった。また、切削仕上げ面および切りくず裏面は光沢面であった。このことから、この範囲の切削速度では、構成刃先がほとんど発生していないと考えられた。
- (3) CBN工具の中では、Co結合材CBN工具の摩耗進行が最も遅かった。

文 献

- 1) (社)粉体粉末冶金協会：粉体粉末冶金用語事典，日刊工業新聞社(2001)482.
- 2) 武内健治：第7回新粉末冶金入門講座テキスト，粉体粉末冶金協会(1999)40.
- 3) (社)精密工学会：新版 精密工作便覧，コロナ社(1992)139.
- 4) 石井 啓：第7回新粉末冶金入門講座テキスト，粉体粉末冶金協会(1999)43.
- 5) 小林正樹：“硬質膜の加工工具への応用”，精密工学会誌，59(1993)377-380.
- 6) たとえば，倉田英人：“(Al, Ti)Nコーティング「ミラクルエンドミルシリーズ」”，機械と工具，43(1999)51-54.