

# 工具用 cBN 焼結体とその切削挙動

矢野 雅大

cBN Tools and Wear Mechanism in the Turning of Hardened Steel

Masahiro YANO

## Abstract

cBN sintered compacts were widely used as cutting tools of ferrous materials. From the view point of tool life, it was important to understand wear mechanism of edge damage, such as flank wear, rake wear and edge chipping. In this paper, we investigated effect of cutting speed on wear damage pattern. Wear damage pattern was examined using microscope, scanning electron microscope, confocal laser scanning microscope and cross section processing by focused ion beam etching. As the results, it was investigated that wear damage pattern on rake wear changed from smooth wear surface to uneven wear surface between cutting speed 0.83 m/sec and 3.33 m/sec regardless of coolant condition. It was suggested that the binder phase wore faster than the cBN particles under thermal damage.

キーワード：cBN 焼結体, cBN 工具, 切削試験, 高硬度鋼, 摩耗形態

## 1. はじめに

立方晶窒化ほう素 (cubic boron nitride: cBN) 焼結体は硬質成分として cBN 粒子を結合相成分として金属やセラミックスなどを用いた複合材料である。この cBN 焼結体は、ダイヤモンドに次ぐ硬さや高温下での鉄に対する反応の低さ<sup>1)</sup> などといった cBN が有する優れた特性から、鉄系材料用の加工工具材料として利用されている。図 1 に cBN 焼結体工具の一例として、切削工具<sup>†</sup>用の cBN 焼結体インサート<sup>†</sup>を示す。これら工具の刃先には切削時に高い負荷が掛かるため、工具刃先の素材には耐欠損性<sup>†</sup>や耐摩耗性が求められる。このような特性を高い次元で制御し、工具として長寿命化や高能率加工化するための

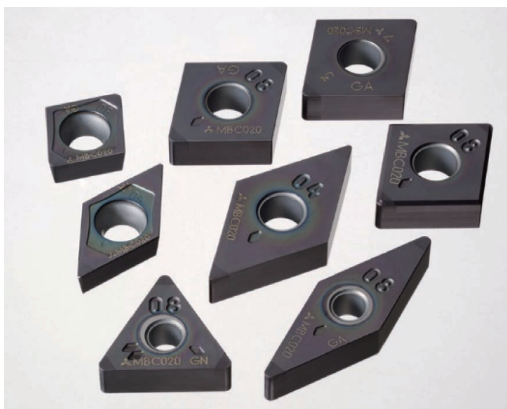


図 1 工具用 cBN 焼結体インサート  
cBN sintered compact tools

研究報告が多くなされている<sup>2-8)</sup>。

我々は cBN 焼結体工具による高硬度鋼の切削加工において、耐欠損性や耐摩耗性のいずれにも影響すると考える刃先にて生じる摩耗機構の解明を目的として検討を行ってきた。前報<sup>9)</sup>においては cBN 焼結体の耐欠損性の影響因子の一つであると考えられるクレータ摩耗と、耐摩耗性を示す逃げ面摩耗との間にはトレードオフの関係があり、クレータ摩耗は cBN 含有量が少ないほうが、逃げ面摩耗は cBN 含有量が多いほうが進行しやすいことを示した。特に逃げ面摩耗においては、切削速度が高速になるにつれて主な摩耗原因が機械的摩耗から熱的摩耗に変化する速度領域がある可能性を示唆した。

本稿では、cBN 焼結体工具による高硬度鋼の切削において、乾式条件と湿式条件における cBN 焼結体組成や切削速度の変化が工具摩耗形態に与える影響を確認すると共に、cBN 粒子に接するセラミックス結合相成分を変化させたモデル焼結体を作製し機械的特性や工具摩耗形態に与える影響を確認することにより、高硬度鋼切削時の cBN 焼結体における摩耗進行の仮説を提案した。

## 2. 実験方法

本研究には大別して 2 種のモデル cBN 焼結体を準備した。基礎評価用 cBN 焼結体として、平均粒径が約  $1 \mu\text{m}$  の cBN 粒と結合相の主成分が TiN と  $\text{Al}_2\text{O}_3$  からなる、cBN 含有量の異なる 2 種類のセラミックス結合相 cBN 焼結体 Sample A と Sample B を準備した。図 2 に各 cBN 焼結体の組織写真を示す。cBN 含有量は Sample A が約 55 vol%,

Sample B が約 45 vol%である。また、cBN 粒子に接するセラミックス結合相成分を変化させたモデル焼結体の作製のため、平均粒径が約 3  $\mu\text{m}$  の cBN 粒子表面へ原子層堆積法を用いて単層で厚み約 50 nm の  $\text{Al}_2\text{O}_3$  膜と AlN 膜の計 2 種類のセラミックスを各々コーティングした cBN 粉を用い、cBN 焼結体を作製した。図 3 へ厚み約 50 nm の  $\text{Al}_2\text{O}_3$  膜と AlN 膜をコーティングした cBN 粒の断面 SEM 像を示す (白色部が各種コーティング膜)。cBN 焼結体は、コーティングした cBN 粒と主成分が TiN からなる結合相からなり、各々 cBN 含有量が約 55 vol%と約 75 vol%の 2 種類のセラミックス結合相 cBN 焼結体 Sample C55, Sample C75 と Sample D55, Sample D75 を、また比較用としてコーティングをしていない cBN 粒子を用いた cBN 焼結体 Sample E55, Sample E75 を準備した。

各々の焼結体を用いて ISO 規格 CNGA120408 形状のインサートを作製し、外周旋削にて切削試験を行った。試験には、表面を浸炭処理して表面硬さを 60 HRC に調整したクロム鋼 SCr420 を被削材として用いた。被削材の形状は外径 80 mm、長さ 250 mm の丸棒であり、浸炭処理時に生じる最外周の黒皮部分を除去し使用した。被削材外周部を旋削加工した長さを切削距離とし、表 1 に示

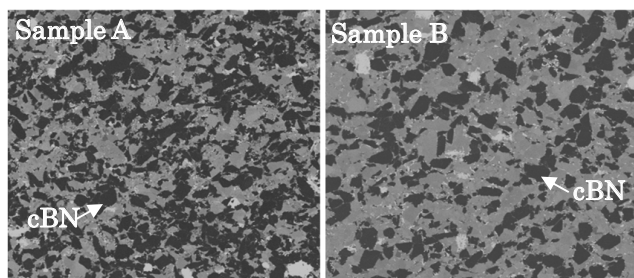


図 2 Sample A と Sample B の組織 SEM  
SEM images of Sample A and Sample B

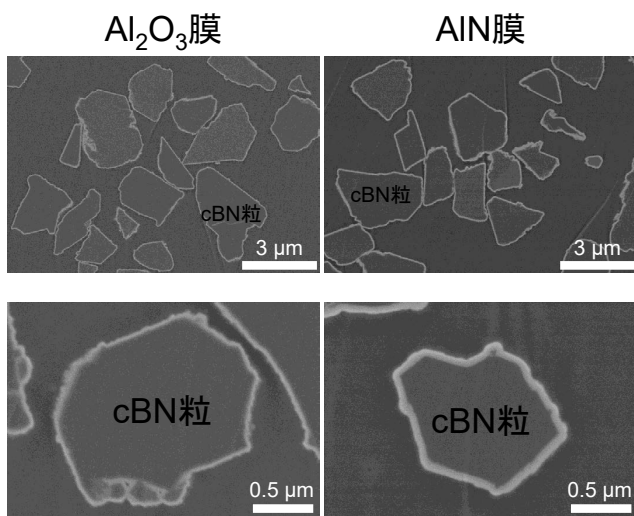


図 3 被覆処理した cBN 粒子の断面 SEM 像  
SEM images of cBN particles after ALD coating

すような送り量  $f$  と切り込み量  $a_p$  にて、切削速度  $v_c$  を 0.83~3.33 m/sec の間で試験を行い、切削速度が工具摩耗形態へ与える影響について検討した。工具摩耗形態の観察場所を図 4 に示す。今回観察した部位は、すくい面側のクレータ摩耗と呼ばれる摩耗部 (図 4 中(a)) と逃げ面側の VB 摩耗と呼ばれる摩耗部 (図 4 中(b)) である。摩耗形態観察は、走査型電子顕微鏡を用いて各摩耗部の全体観察を行い、レーザー顕微鏡を用いてすくい面側のクレータ摩耗部の摩耗体積の測定を行った。また、工具顕微鏡を用いて逃げ面側の VB 摩耗部の幅を測定した。VB 摩耗幅を測定するにあたり、初期状態の切れ刃位置から摩耗最下部までの長さを VB 摩耗幅と定義した。図 5 にクレータ摩耗部の摩耗面の状態観察部位例を示す。クレータ摩耗部の摩耗面状態は、集束イオンビーム加工機を用いて断面加工を行い、走査型イオン顕微鏡を用いてその断面方向から摩耗状態を観察した。また、ビッカース硬さ試験機を用いて荷重 5 kg にて各 cBN 焼結体の硬さを測定した。

表 1 切削条件  
Cutting condition

切削速度 $v_c$ [m/sec]	0.83, 1.67, 2.50, 3.33
送り量 $f$ [mm/rev]	0.1, 0.2
切込み $a_p$ [mm]	0.2
被削材材質	クロム鋼 SCr420 (HRC60)

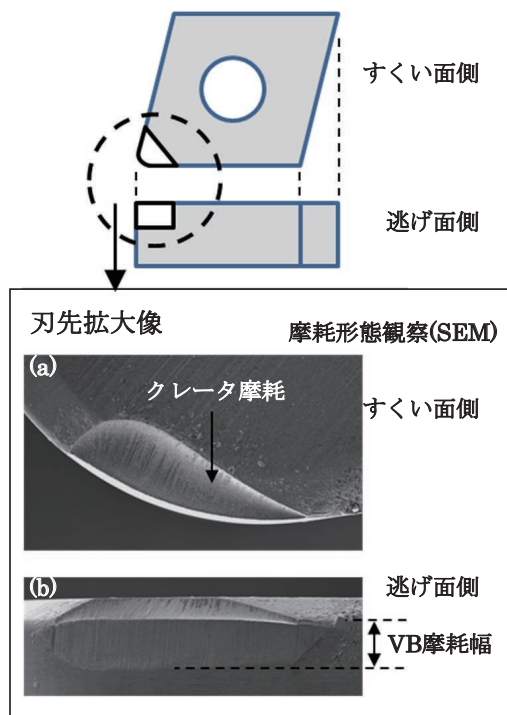


図 4 工具刃先の各摩耗部名称  
Nominal designation of edge damage

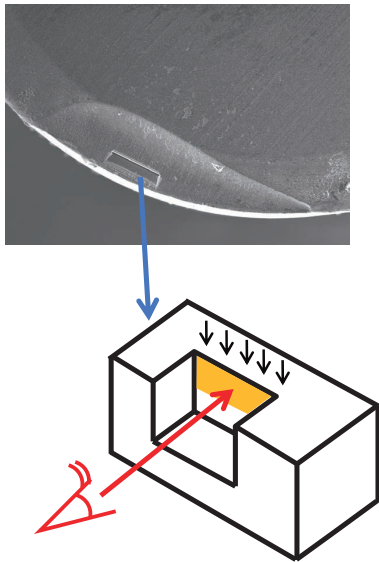


図5 収束イオンビーム加工後のクレータ摩耗部例と加工部の表面形態観察模式図

Schematic diagram of surface morphology observation of rake wear after FIB etching

### 3. 結果および考察

図6に Sample A と Sample B を乾式条件と湿式条件において切削速度  $v_c=0.83$  m/sec,  $v_c=1.67$  m/sec,  $v_c=3.33$  m/sec にて切削距離 1200 m から 3000 m 加工後の、レーザー顕微鏡を用いたすくい面摩耗部の測定から算出したクレータ摩耗体積に対する切削距離の関係を示す。また、表2に図6の各切削速度における直線の傾きを算出し比較した表を示す。乾式条件においては、Sample A と Sample B は、いずれも切削距離が長くなるに伴いクレータ摩耗部の摩耗体積は増加した。また、Sample A と Sample B を比較すると、いずれの切削速度においても Sample B の方が Sample A に比べて切削距離に対するクレータ摩耗体積は大きかった。湿式条件においては、切

削距離や切削速度に対する摩耗の変化の傾向は乾式条件と同じであり、Sample B の方が Sample A に比べてクレータ摩耗体積は大きくなった。ただし、表2に示すように Sample A は乾式条件と湿式条件とで切削距離に対するクレータ摩耗の増加の傾きは大きく変わらないが、Sample B は乾式条件に比べて湿式条件の方が切削距離に対するクレータ摩耗の増加の傾きは小さくなった。

よって、cBN 含有量が少ない Sample B の方が、cBN 含有量が多い Sample A に比べて切削距離に対するクレータ摩耗の進行は速くなり、cBN 含有量と摩耗の進行の関係は前報<sup>9)</sup>において報告した逃げ面の VB 摩耗部とは異なる傾向になることが分かった。また、cBN 含有量が少ない Sample B の場合、乾式条件と湿式条件においてクレータ摩耗の増加の傾きに違いが見られ、乾式条件の方が切削距離に対するクレータ摩耗の進行は速くなった。

図7に乾式条件と湿式条件における Sample A と Sample B を用いた切削距離 3000 m 後のクレータ摩耗部の EDX を用いた被削材由来の Fe 元素のマッピング像を示す。各図中、点線はクレータ摩耗部の領域を示している。

Sample A においては、乾式条件と湿式条件のいずれも切削速度が速くなるにつれてクレータ摩耗部より検出される Fe 元素は多くなる傾向が見られた。また Sample A

表2 Sample A と Sample B の各切削距離に対するクレータ摩耗部の摩耗体積の増加の傾き

Comparison of the slope for each cutting speed at Fig. 6

単位 [ $\times 10^{-4}$  V/m]

傾き	Sample A		Sample B	
	Dry	Wet	Dry	Wet
0.83	9	8	11	7
1.67	42	46	54	21
3.33	85	71	85	44

V : 体積, m : 切削距離

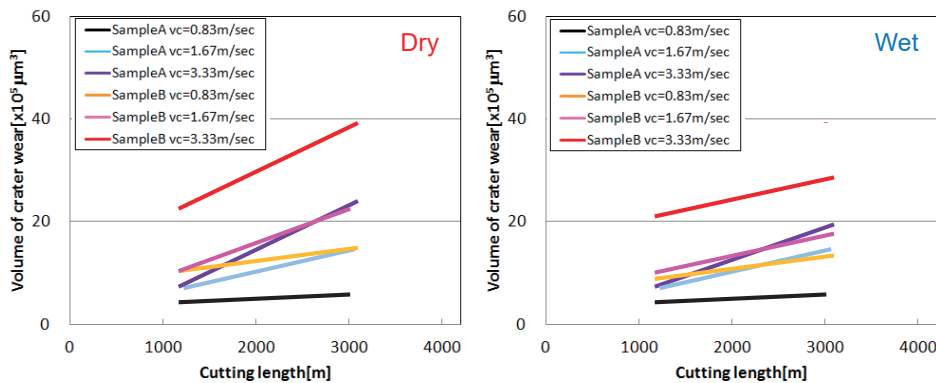


図6 Sample A と Sample B の切削距離に対するクレータ摩耗部の摩耗体積の関係 (左: 乾式条件, 右: 湿式条件)

Relation between cutting length and volume of crater wear with Sample A and Sample B (right: dry condition, left: wet condition)

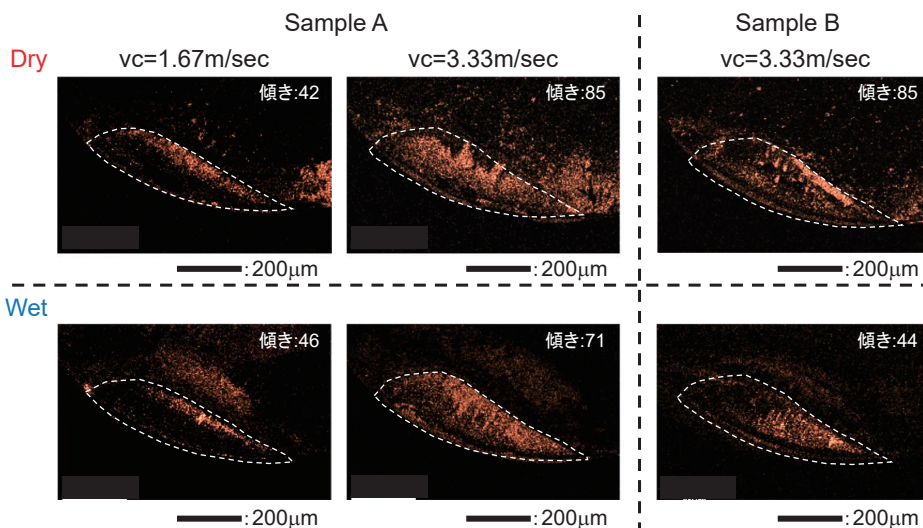


図7 切削距離 3000 m 後のクレータ摩耗部の EDX による Fe 元素マッピング像  
Fe elemental mapping with EDX at rake face after 3000m cutting length

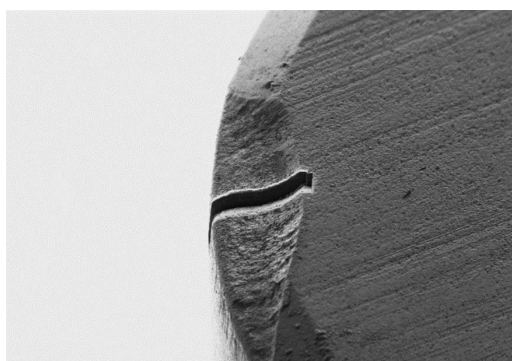


図8 切り屑の排出方向に対して水平方向へクレータ摩耗部底部を加工した例

SEM image of rake face after FIB etching for observation of surface morphology

と Sample B のいずれも乾式条件と湿式条件において Fe 元素の分布に差は見られなかった。

図8に切り屑の排出方向に対して水平方向へ集束イオンビーム加工によりクレータ摩耗部底部を断面加工した例を示す。図8のような加工を行った部位より、その断面方向から SEM を用いてクレータ摩耗部の摩耗面の状態を観察した。観察例を図9に示す。黒色が cBN 粒、灰色が結合相である。摩耗面は全体的に凹凸があり、結合相がなく cBN 粒が突き出した状態の部位と cBN 粒が結合相と共に比較的滑らかに摩耗している部位、と異なる2つの cBN 粒の摩耗状態の部位に大別された。図10に Sample A の各切削速度における切削距離 3000 m 後のクレータ摩耗部の摩耗面の代表的な SEM 観察像を示す。また、図11に Sample A における各切削速度に対する cBN 粒が突き出した部位の個数を示す。個数は刃先に近い領域から約 35 μm の範囲を観察し求めた。乾式条件と湿式条件を比較すると、いずれも切削速度  $vc = 0.83 \text{ m/sec}$  にお

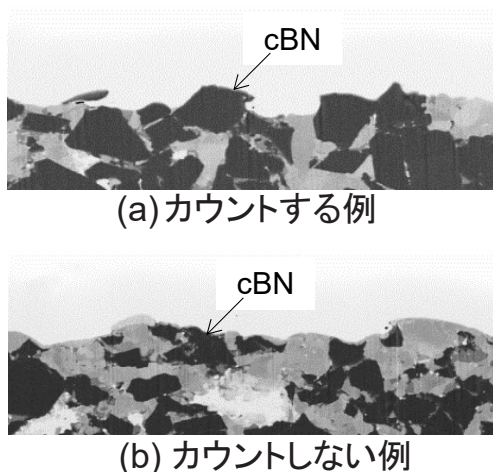


図9 加工後断面方向からのクレータ摩耗部の摩耗面状態観察例

Cross-sectional SEM images of rake face surface

(a) は cBN 粒が突き出しカウントする例、(b) は cBN が滑らかに摩耗しカウントしない例

いては全体的に cBN 粒が突き出した部位が少なく、比較的平坦な表面状態であるが、切削速度が  $vc = 3.33 \text{ m/sec}$  になると全体的に凹凸が大きくなり、cBN 粒が突き出した部位が多くなる傾向が見られた。cBN 粒が突き出した部位の数は、同じ切削速度において比較すると、湿式条件に比べて乾式条件の方が多くなるのが分かった。

図12に Sample A を用いた切削速度  $vc = 3.33 \text{ m/sec}$  における切削距離 3000 m 後のクレータ摩耗部の摩耗面の観察箇所を示す。図中の線で囲んだ領域は切込み領域を示しており、観察は、切込み領域内(図中①)、切込み領域の境(図中②)、切り屑が排出していく領域(図中③)の3ヶ所とし、切り屑の流れに対して垂直方向に幅約 100 μm の範囲を断面加工した。図13に各観察箇所における

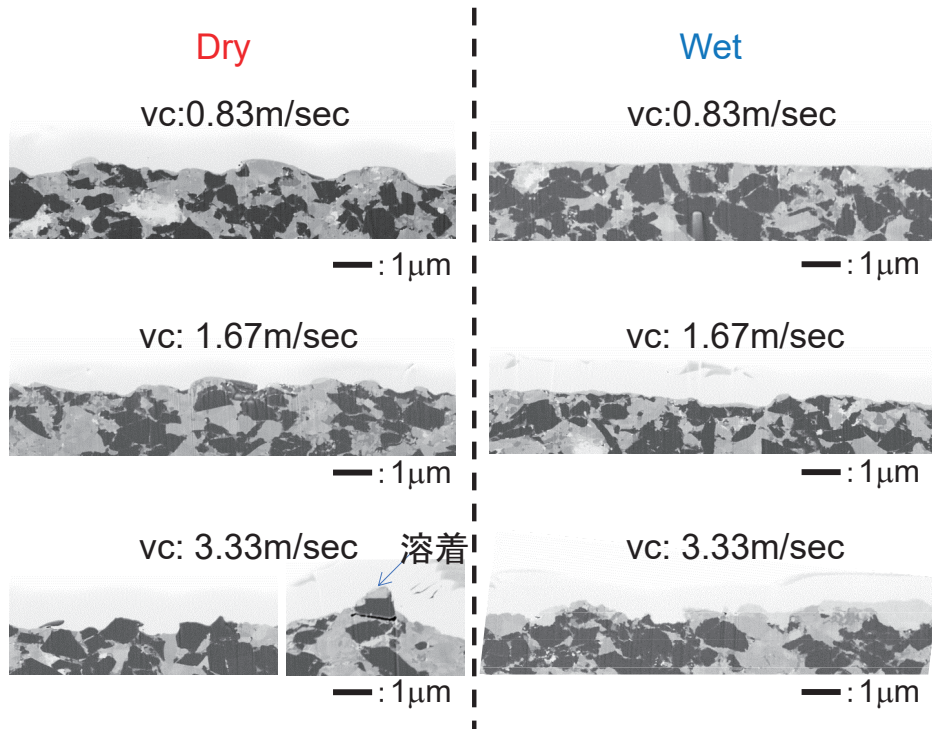


図 10 切削距離 3000 m 後の Sample A の各切削速度におけるクレータ摩耗部底部の断面組織 SEM 像例 (黒: cBN 粒, 灰色: 結合相)

Cross-sectional SEM images of rake face surface at each cutting speed with Sample A

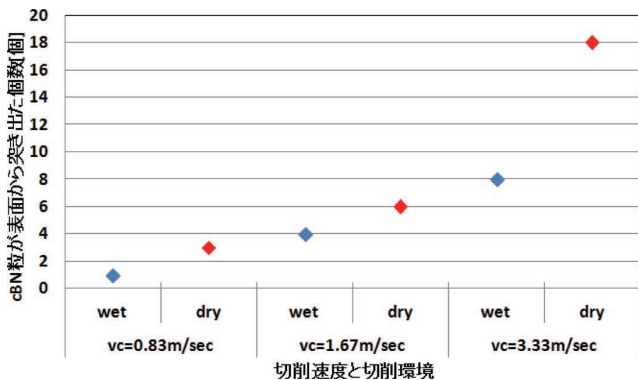


図 11 切削距離 3000 m 後の Sample A における各切削速度に対する cBN 粒が突き出た部位の個数

Number of remaining cBN particles on rake face surface at each cutting speed with Sample A

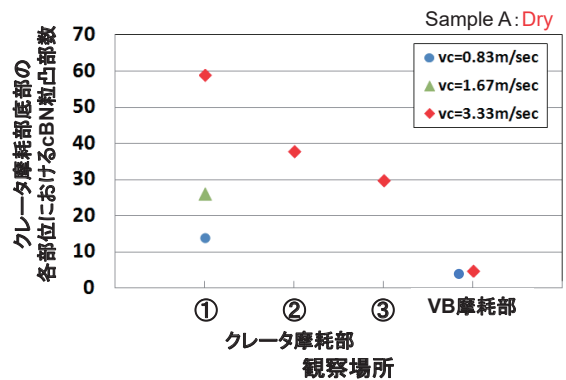


図 13 切削距離 3000 m 後の Sample A の各部位における cBN 粒が突き出た部位の個数

Number of remaining cBN particles compare with rake (Fig. 12) and flank face

Sample A

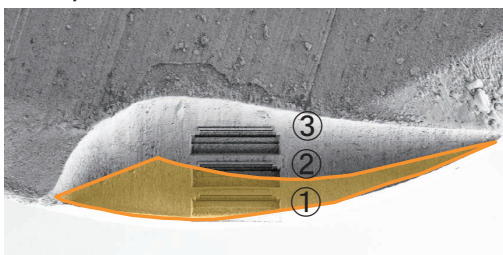


図 12 切り屑の排出方向に対して垂直方向へクレータ摩耗部底部を加工した例

SEM image of rake face surface after FIB etching

cBN 粒が突き出た部位の個数を示す。参考として、逃げ面の VB 摩耗部における切削速度  $vc = 0.83 \text{ m/sec}$  と  $vc = 3.33 \text{ m/sec}$  の結果も示した。結果、いずれのすくい面の観察箇所においても VB 摩耗部に比べて cBN 粒が突き出た部位が多く、観察箇所が③、②、①と刃先に近くなるにつれて全体的な表面状態は凹凸が大きくなり、また cBN 粒が突き出た部位の数は増加していく傾向が見られた。

よって、切削速度が速くなるにつれて、また刃先に近い位置になるにつれて、表面状態は凹凸が大きくなると

共に cBN 粒が突き出た部位が増加する傾向が見られ、cBN 粒に比べて結合相が速く摩耗している可能性が考えられた。

次に、cBN 焼結体は硬質物質である cBN 粒子と結合相の複合材であることから、cBN 粒子と結合相との界面組織が焼結体の機械的特性や工具摩耗形態に与える影響を検討した。モデル焼結体として Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜と AlN 膜を各々コーティングした cBN 粒子を用いて cBN 含有量が約 55 vol% と約 75 vol% の主結合相が TiN からなる cBN 焼結体を作製した (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜をコーティングした cBN 粒子を用いた焼結体: Sample C55 と Sample C75, AlN 膜をコーティングした cBN 粒子を用いた焼結体: Sample D55 と Sample D75)。また比較品として、コーティングを施さない cBN 粒子を用いた焼結体 (Sample E55 と Sample E75) も作製した。各々の焼結体のビッカース硬さを測定した結果、cBN 含有量が約 55 vol% の場合、コーティングを施さなかった Sample E55 では約 3150 HV であるのに対し、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜を用いた焼結体 Sample C55 は約 3200 HV, AlN 膜を用いた焼結体 Sample D55 は約 2900 HV, cBN 含有量が約 75 vol% の場合、Sample E75 では約 3200 HV であるのに対し、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜を用いた焼結体 Sample C75 では約 3600 HV, AlN 膜を用いた焼結体 Sample D75 は約 3100 HV であった。cBN 含有量に関わらずコーティングなしの焼結体 Sample E に比べて Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜を用いた焼結体 Sample C は高いビッカース硬さを示す一方、AlN 膜を用いた焼結体 Sample D は低いビッカース硬さを示し、その差は cBN 含有量が高いほど大きくなる傾向であった。ビッカース硬さに違いが見られた Sample C と Sample D に関し、焼結後の cBN 粒と被覆膜との界面について SEM 観察を行った。図 14 に Sample C55 と Sample D55 の組織

断面の SEM 像を示す。結果、いずれもあらかじめ cBN 粒周囲にコーティングした膜は残留していたが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜を用いた焼結体 Sample C 中の cBN 粒と Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜の界面には何も観察されなかったのに対して、AlN 膜を用いた焼結体 Sample D 中の cBN 粒と AlN 膜との界面には空隙があり剥離している部分が多く観察された。

よって、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜を用いた焼結体 Sample C と AlN 膜を用いた焼結体 Sample D において cBN 含有量が高いほどビッカース硬さに差が大きく生じたのは、cBN 粒の周囲に配置させた Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜と AlN 膜において、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜の方

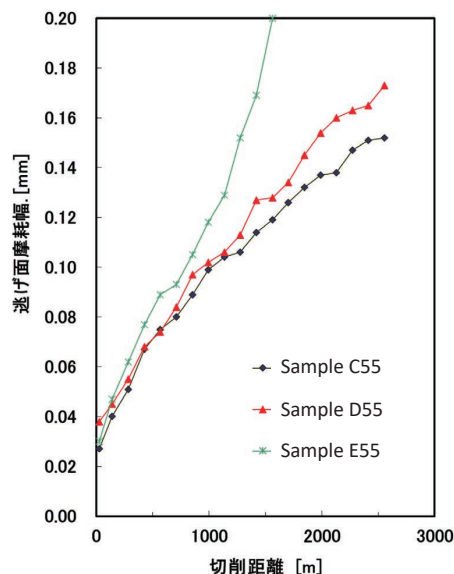


図 15 Sample C55, Sample D55, Sample E55 の逃げ面摩耗幅と切削距離の関係  
Relation between cutting length and slope of flank wear width with Sample C55, Sample D55 and Sample E55

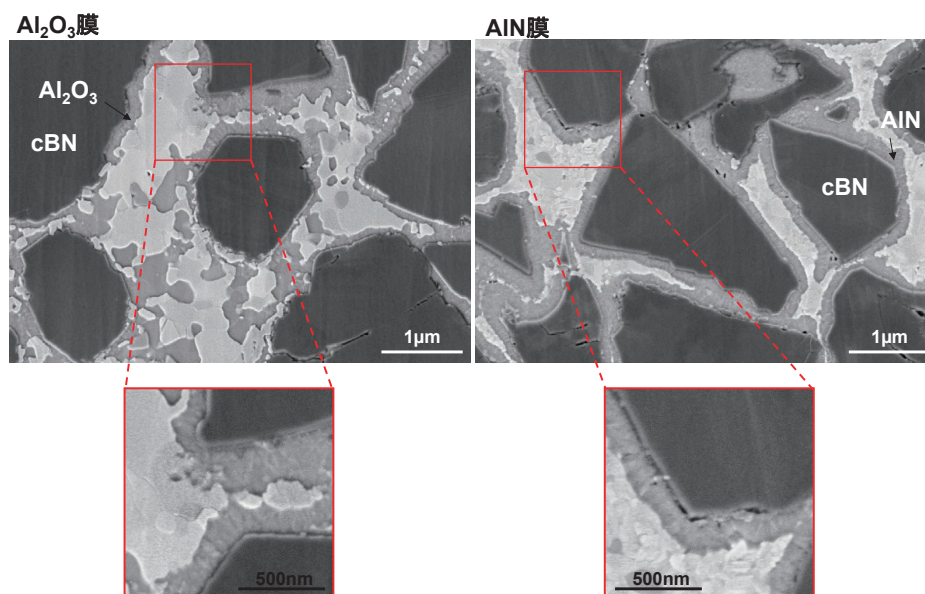


図 14 Sample C と Sample D の焼結体断面の SEM 像  
Cross-sectional SEM images of cBN sintered compact with Sample C and Sample D

がcBN粒との付着強度が強いため、ビッカース硬さが高くなった可能性が考えられた。

図15にSample C55とSample D55を用いた切削距離に対する逃げ面の摩耗の進行傾向を示す。また、図16に切削距離に対するすくい面のクレータ摩耗体積の変化傾向を示す。切削距離に対する逃げ面摩耗の増加の傾きは、Sample C55、Sample E55、Sample D55の順に大きくなった。切削距離に対するクレータ摩耗体積に関し、Sample E55とSample D55の初期摩耗は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜を用いた焼結

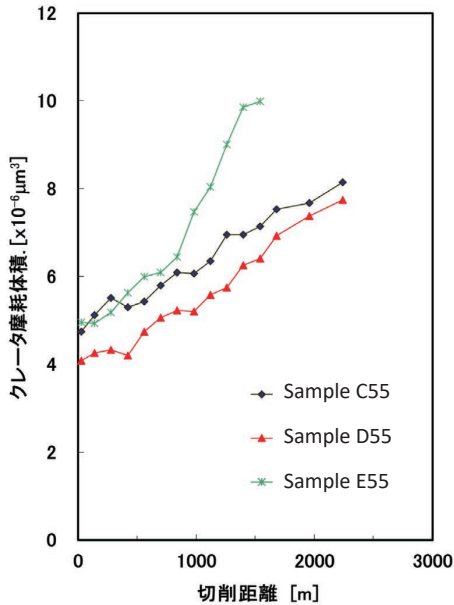


図16 Sample C55, Sample D55, Sample E55の切削距離に対するクレータ摩耗体積の関係  
Relation between cutting length and wear volume of rake wear with Sample C55, Sample D55 and Sample E55

体Sample C55に比べていずれも大きかった。また、切削距離に対するクレータ摩耗体積の傾きは、Sample D55は切削距離約900 mから増加する方向へ変化した一方、Sample C55とSample E55は増加傾向に変化はなかった。

モデル焼結体を用いた切削試験の結果より、逃げ面摩耗とクレータ摩耗の進行に関しては、cBN粒周囲にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜をコーティングしたcBN焼結体の方がAlN膜を用いたcBN焼結体に比べて摩耗の進行は少なく、被覆膜種において摩耗進行に差がみられた。

以上より、今回のコーティング方法においては焼結後のcBN粒の周囲に配置させたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜の方がAlN膜に比べてcBN粒との剥離箇所が少なく付着強度は強いと考えられることと、切削試験において、より熱的負荷の高いクレータ摩耗部の摩耗体積の進行が抑えられたことから、前報の結果と併せて高硬度鋼に対するcBN焼結体の摩耗進行として図17のようなモデルが考えられる。本モデルにおいては、VB摩耗部に比べてクレータ摩耗部における切削温度は高いと仮定したならば<sup>10)</sup>、温度に対するcBNと結合相の主成分であるTiNの高温硬さの変化傾向の違いが摩耗進行を逆転させた可能性が一つ考えられる。図17内にcBNとTiNの物性値を示す<sup>11-13)</sup>。cBNはTiNに比べていずれの温度においても高温硬さは高いが、硬さの差分は、1000℃までcBNとTiNの高温硬さの差は小さくなっていき、1000℃を超えると高温硬さの差は広がる傾向が見られる。細川ら<sup>14)</sup>によると、TiN結合相のcBN含有量が50~60 vol%のcBN焼結体工具を用いて被削材S55C(HRC約60)を切削速度vc=3.33 m/secの条件における加工時、VB摩耗部の切削温度は約750℃になるとの報告がなされている。本稿においても同等の切削温度と仮定したならば、VB摩耗部においてはcBNとTiN

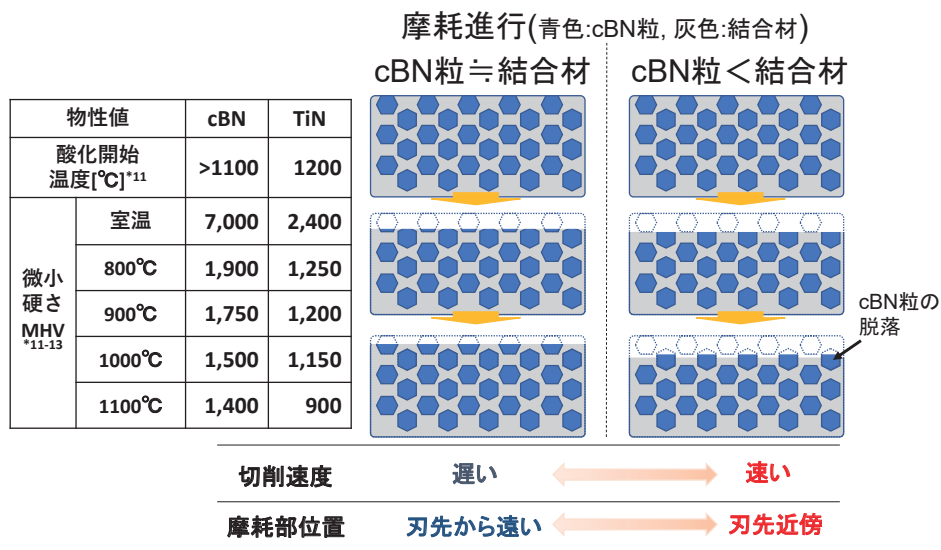


図17 高硬度鋼に対するcBN焼結体の切削時の摩耗進行挙動仮説模式図  
Hypothetical schematic diagram of wear mechanism of cBN sintered compact in the turning of hardened steel

は切削時において加工に耐えうる硬さを有し、cBN 粒と結合相は同等の摩耗進行を示すが、より高温のクレータ摩耗部においては TiN の高温硬さの低下が大きくなるため、摩耗の進行は cBN に比べて速くなると考えられた。また、今回の断面方向からのクレータ摩耗面の摩耗状態の観察から、切削速度が速くなるほど cBN 粒が突き出た部位が多くなる傾向が見られたことから、cBN 粒に比べて TiN 結合相が速く摩耗している可能性が推測される。また、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜と AlN 膜をコーティングした cBN 粒子を用いたモデル cBN 焼結体の切削試験より、cBN 粒の付着強度が AlN 膜よりも高い Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜の方がクレータ摩耗の進行が遅いことから、突き出た cBN 粒の脱落が抑えられた可能性も推測される。

ただし、VB 摩耗部において cBN 含有量が少ない方が摩耗の進行が速いことは、cBN の方が TiN に比べて硬さが高く摩耗しにくいことと矛盾するため、高温硬さ以外にも、工具表面との摩擦を生じる切り屑の流れや加工点に生じる応力と切削温度の関係といった要素が摩耗進行に影響を与えていると考えられる。

#### 4. おわりに

本稿では cBN 焼結体工具の刃先で生じる摩耗機構解明の一要素として、各種モデル焼結体を用いた摩耗形態の評価を行い、高硬度鋼に対する cBN 焼結体の摩耗挙動モデルを考察した。cBN 焼結体工具は今後も様々な切削加工アプリケーションへの応用が見込まれるが、被削材の種類や加工条件によって摩耗挙動は異なるため、焼結体の組成や組織などの材料設計を行う上で、工具刃先の基礎的な摩耗機構を解明することは非常に重要である。このような摩耗機構の理解がユーザーニーズに応える高性能な工具材料開発に繋がることを期待したい。

#### 謝 辞

当該研究に当たり、基礎試験実施への多大な協力ならびに専門領域の観点からの助言を加工事業カンパニーの大橋忠一氏と三菱総合材料管理（上海）有限公司の宮下庸介氏よりいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

#### 文 献

- 1) R. H. Wentorf Jr, *J. Chem. Phys.*, **26**, 956 (1957).
- 2) K. becker, High-speed Fine Turning of Lamellar Gray Cost Iron, *Z. Wirtsch Fert. Autom.*, **88**(10), 447 (1993).
- 3) T. J. broska, High Speed Machining of Gray Cast Iron with Polycrystalline Cubic Boron Nitride, Tool Mater High Speed Machining, Conference on Advances in Tool Materials for Use in High Speed Machining; Scottsdale, Ariz (1987) 39.
- 4) 新谷一博, 加藤秀治, 杉田博昭, 鈴木直彦, 精密工

学会誌, **64**(2), 261 (1998).

- 5) 佐本芳正, 三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告, **27**, 55 (2003).
- 6) 矢野雅大, 大橋忠一, 宮下庸介, 2013 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演集, 297-298 (F32) (2013).
- 7) 矢野雅大, 宮下庸介, 大橋忠一, 2014 年度日本機械学会第 10 回生産加工・工作機械部門講演会論文集, 183 (C34) (2014).
- 8) 矢野雅大, 宮下庸介, 2016 年度日本機械学会第 11 回生産加工・工作機械部門講演会論文集, 52 (A32) (2016).
- 9) 矢野雅大, 宮下庸介, 三菱マテリアル中央研究所 R&D レビュー, 第 3 号, 14-17 (2014).
- 10) 井原 透, 白樫高洋, 白井英治, 精密機械, **48**(6), 757 (1982).
- 11) 狩野勝吉, 次世代の切削加工技術, 日刊工業新聞社, (2000).
- 12) 鈴木 寿, 切削工具材料の最近の進歩, 精密工学会誌, **52**(9), 1496-1499 (1986).
- 13) 塚本顕彦, Japan Patent kokai H04-26554 (1992.01.29).
- 14) 細川 晃, 岡田将人, 北川修介, 田中隆太郎, 上田隆司, 精密工学会誌, **73**(2), 226 (2007).

#### 用語解説

##### 切削工具

金属などの加工において、被削物の表面をそぎ取るようにして削る工具を言う。特集では cBN（立方晶窒化ほう素）焼結体工具を紹介したが、金属加工用の代表例として切削工具材料としては、高速度鋼（ハイス）、超硬合金、サーメットなどがある

##### インサート

切削加工における刃先交換型の刃具のこと。通常使い捨てで使用される。工作機械にて使用するためには、インサートを専用のホルダへ取り付けて使用する。

##### 耐久損性

工具刃先の性能を表す用語で、チップングと呼ばれる小さな刃先の欠けや工具として機能できないほど大きい刃先の欠けに対する耐性のこと。



矢野 雅大 Masahiro YANO  
粉体プロセス領域 主任研究員