

# 鉄系焼結合金仕上げ加工用スミボロン® BN7500の開発

松田裕介\*・岡村克己・久木野 暁

Development of New Grade “SUMIBORON® BN7500” for Ferrous Powder Metal Finishing — by Yusuke Matsuda, Katsumi Okamura and Satoru Kukino — “SUMIBORON®” PCBN tools are widely used in the cutting of hard-to-cut ferrous materials, such as hardened steel, cast iron and powder metal, and contribute to productivity growth and cost reduction for metalworking. In recent automotive industry, powder metal consumption is increasing. The powder metal materials have more flexibility in design and can be sintered into complex shapes. However, the machinability of powder metal parts is not so good. Therefore, the demand for PCBN cutting tools with higher precision performance and longer tool life has increased. The authors have succeeded in developing new SUMIBORON® “BN7500,” which has the highest cBN contents among the present production line and excellent binding force between fine-grained cBN particles, maintaining cutting edge sharpness. BN7500 shows higher precision and longer tool life in the finishing of powder metal parts than conventional PCBN grades. The development and performance of BN7500 are described in this report.

Keywords: powder metal, finishing, cBN, PCBN, cutting tool

## 1. 緒言

cBN（立方晶窒化硼素）は、ダイヤモンドに次ぐ高い硬度と熱伝導率を示し、鉄系金属との反応性が低いという特徴を有する。当社はこのcBNを特殊セラミックス結合材で結合させたcBN焼結体の開発を行ない、従来研削加工が主体であった焼入鋼加工の切削化をはじめ、鋳鉄や焼結部品などの鉄系材料でも、高含有率系cBN焼結体工具の適用により、中仕上げや仕上げ加工を中心に生産性向上とコスト低減に貢献してきた<sup>(1)~(4)</sup>。

近年、自動車部品に鉄系焼結合金を使用する比率が高まっている。粉末冶金法で製造される鉄系焼結合金は、ニアネットシェイプによる複雑形状化が可能で、完成品に近い形状が得られるため、加工工程の短縮によるコスト削減、省エネルギー化を実現できる。さらに添加する硬質粒子の割合や粒径、焼結密度、熱処理方法を制御することで、材料特性を自由に設計できるという利点がある。しかし機能向上の一方で難削化による加工精度の低下や工具の短寿命化が課題となっており、これらの要求に応えるべく、鉄系焼結合金仕上げ加工用cBN焼結体工具「スミボロン® BN7500」を開発した。以下に同材種の特長および切削性能について報告する。

## 2. 鉄系焼結合金の加工における課題

鉄系焼結合金の加工では焼結合金に含まれる硬質粒子との擦過により、工具刃先に機械的摩耗が発達しやすく、超

硬工具やサーメット工具では、十分な加工精度や工具寿命が得られないことから、cBN焼結体工具の適用が拡大している。最近では自動車部品の高機能化に伴い、焼結合金も難削化傾向にあり、耐摩耗性と耐欠損性により優れた工具材種が求められる。

特に鉄系焼結合金の仕上げ加工では、切削面のバリ、コバ欠け、カエリの発生や、白濁が問題となる。前者については、後工程でブラシ処理やバレル処理による形状修正加工を施す場合が多く、同工程の省略や短縮が課題である。このような端部に発生するバリ、コバ欠け、カエリや、むしれによる切削面の白濁を抑制するには、工具刃先の切れ味（鋭利さ）の維持が最も重要である。

また耐久性を高めるため、部分的に高周波焼入れされた焼結合金は硬度が高くなり、工具に摩耗が生じやすく、断続部の加工では刃先に断続的な衝撃が加わるため、チッピングや欠損による短寿命が問題となる。そのため刃先強度が高く、安定した工具寿命を得られるcBN焼結体工具が必要である。

## 3. BN7500の特長

3-1 BN7500の材料特性 BN7500の材料特性を従来材種と共に表1に示す。BN7500は当社の従来材種BN700に比べ、微粒のcBN粉末をより高密度に焼結しており、高い硬度と抗折力を併せ持つ。cBN粒子の含有率を

表1 BN7500の材料特性

材種	cBN		硬度 (GPa)	抗折力 (GPa)	破壊靱性値 (MPa・mm <sup>1/2</sup> )
	含有率 (vol%)	粒度 (μm)			
BN7500	90-95	1	41-44	1.4-1.5	7-9
BN700	90-95	2	40-43	1.2-1.3	8-10

高めて機械特性に劣る結合材の比率を減らすことにより、焼結合金に含まれる硬質粒子による擦過摩耗の抑制を実現している。加えてcBN粒子の微粒化と、cBN粒子同士の結合力の強化により、刃先稜線部を構成するcBN粒子の脱落を抑制、よりシャープな刃先形状を形成することが可能になった。さらに切削中の硬質粒子の衝突によるcBN粒子の破碎や脱落が少なく摩耗が均一に進むため、初期の優れた切れ味を長時間維持する特長を有する。

**3-2 BN7500の形状** BN7500の刃先断面形状と刃先処理を図1に示す。従来工具はcBN焼結体が超硬合金を介して台金に接合されているが、BN7500はcBN焼結体と台金が直接接合した構造を有する(図1(a))。この結果、従来工具よりcBN焼結体の厚みが増し、大摩耗にも対応、更にcBN焼結体素材とチップ台金との接合界面の減少により、工具の信頼性も向上、焼結合金の難削化に対応している。また、BN7500では汎用性の高い「標準型」、切れ味重視タイプの「LF型」、刃先強化タイプの「HS型」の3種類の刃先処理をラインナップし、被削性と部品形状が多岐にわたる焼結材料の高精度加工において、特に優れた切削性能を発揮する(図1(b))。耐欠損性と切れ味のバランスに優れた標準型は、焼結合金の仕上げ加工の第一推奨の刃先処理である。LF型は、BN7500の優れた刃立ち性を生かし、焼結合金切削専用に設計されたシャープエッジ刃型であり、バリ、白濁を抑え、優れた面粗度と形状精度を得ることができる。HS型はチャンファー角度を大きくし、R

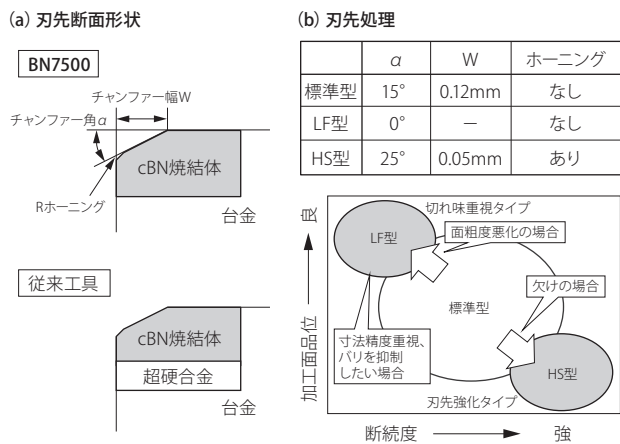


図1 BN7500の形状

ホーニングを施すことによりHRC50を超える焼入焼結合金の断続加工でもチップングや欠損を抑制し、長寿命を達成できる。

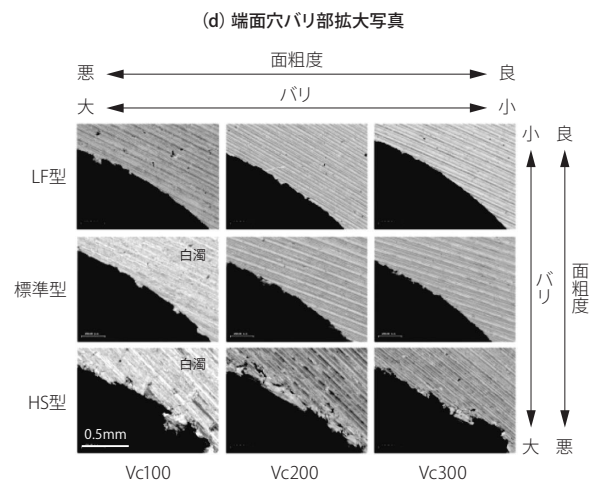
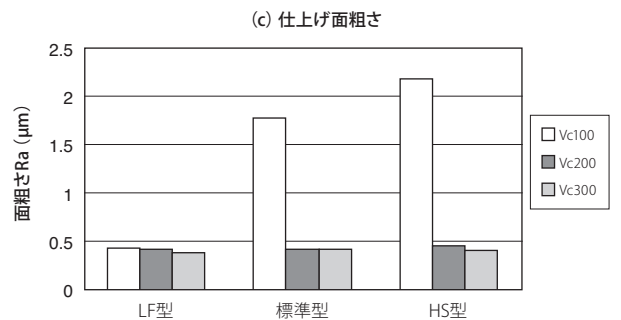
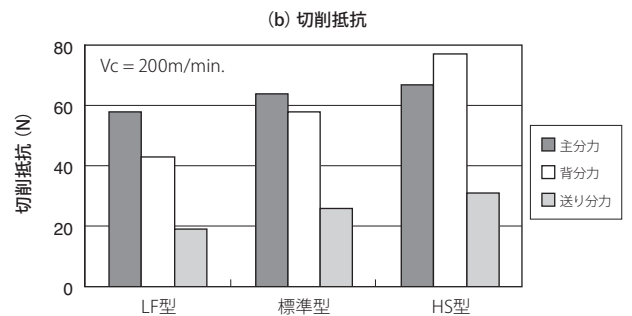
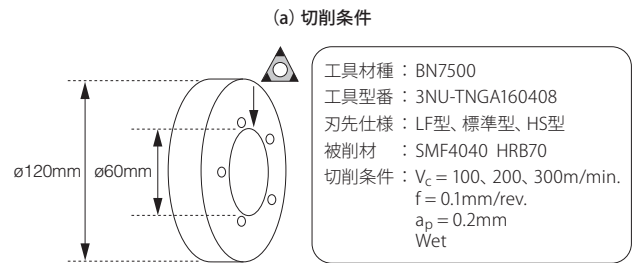


図2 一般焼結合金の切削結果

## 4. BN7500の切削性能

**4-1 一般焼結合金加工** BN7500を用いて硬度HRB70の一般焼結合金（SMF4040）の穴付きの端面を、仕上げ加工条件で加工した際の切削抵抗と面粗度、及び端面穴に生じたバリの様子を図2に示す。LF型はチャンファー角が0°のシャープエッジのため、切削抵抗が最も小さい。HS型はチャンファーに加え、Rホーニングも施されているため、切削抵抗値が大きくなっており、特に背分力が増大している。標準型はチャンファーのみの刃先処理で、LF型とHS型の中間の値を示す（図2（b））。面粗度は切削速度を高くするほど良好となり、光沢のある外観品質が得られる。切削速度 $V_c = 200\text{m/min.}$ 以上ではいずれの刃先処理の工具においても良好な面粗度が得られているが、切削速度 $V_c = 100\text{m/min.}$ の低速で切削した場合、標準型、HS型では白濁が発生し、面粗度が極端に悪化しているのに対し、LF型では低速でも、良好な面粗度が得られている（図2（c））。また端面穴に生じるバリについても面粗度と同様の傾向が見られ、チャンファー角度が小さく、切削速度が高い条件でバリは小さくなる（図2（d））。

一般焼結合金加工では、汎用性の高い標準型が第一推奨となり、切削速度は白濁の抑制のため $V_c = 200\text{m/min.}$ 以上とすることが望ましい。但し、小型部品など高速での切削が困難な場合や、標準型で面粗度の悪化、バリ発生などの問題が生じた場合は、切れ味に優れたLF型が推奨される。

**4-2 焼入焼結合金加工** 次に高周波焼入れによりギア部の硬度をHRC60に調整した高硬度焼結合金の断続切削により、耐チップング性を評価した結果を図3に示す。

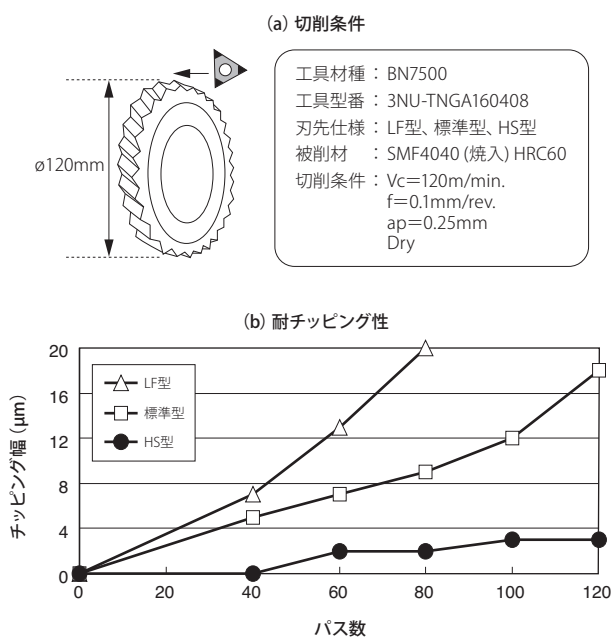


図3 焼入焼結合金の切削結果

HS型はチャンファー角が25°と大きいことに加え、Rホーニングを施してあるため刃先強度に優れており、チップングを抑制でき、焼入焼結合金の断続加工でも安定、長寿化が可能である。

焼入焼結合金加工でも、第一推奨は汎用性の高い標準型であるが、チップングや欠損により短寿命となる場合は、刃先強度に優れたHS型が推奨される。

**4-3 白濁（むしれ）のメカニズム** 鉄系焼結合金加工の課題として挙げられる白濁のメカニズムは完全には解明されていないが、本報4-1で述べたように切削速度を高くすることや、刃先処理をシャープにし、切れ味を増すことで抑制されることが経験的に分かっている。今回、切れ味という観点から白濁の現象について検証した結果を図4に示す。BN7500と当社の従来材種BN700を用い、硬度

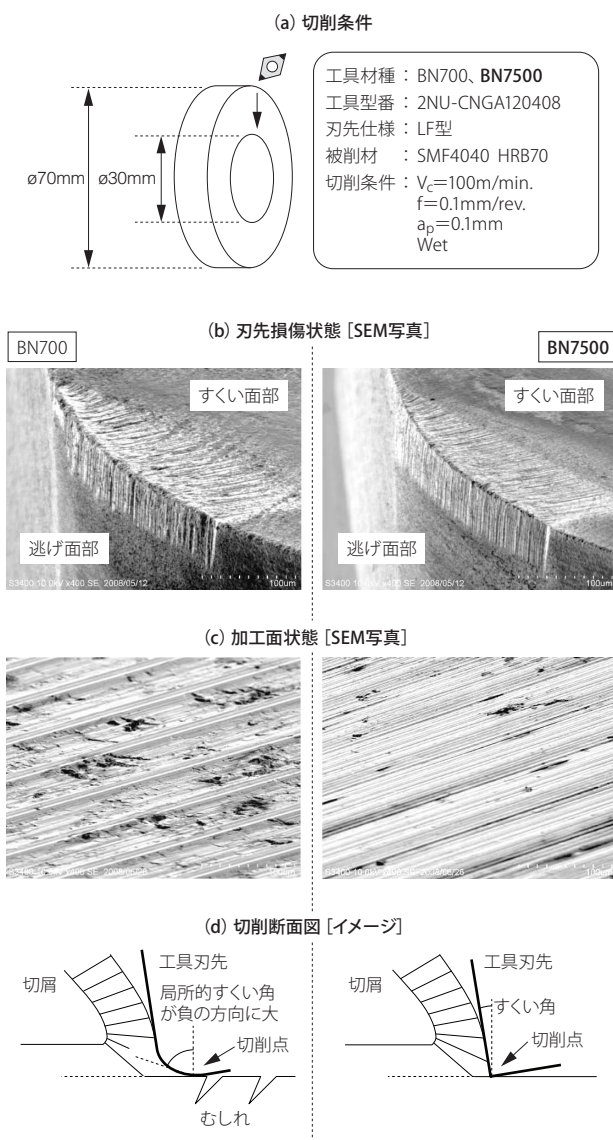
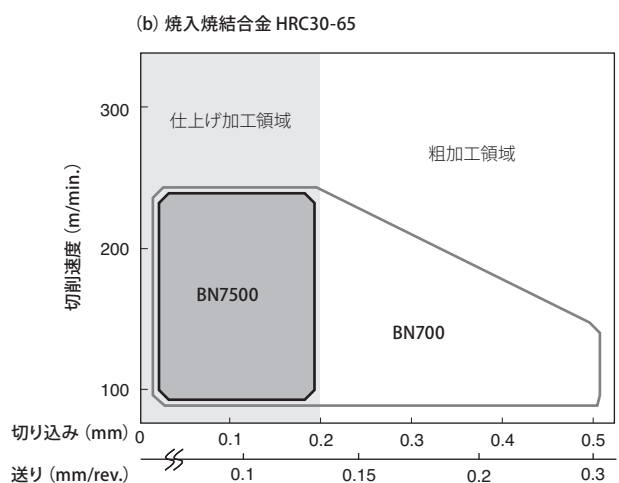
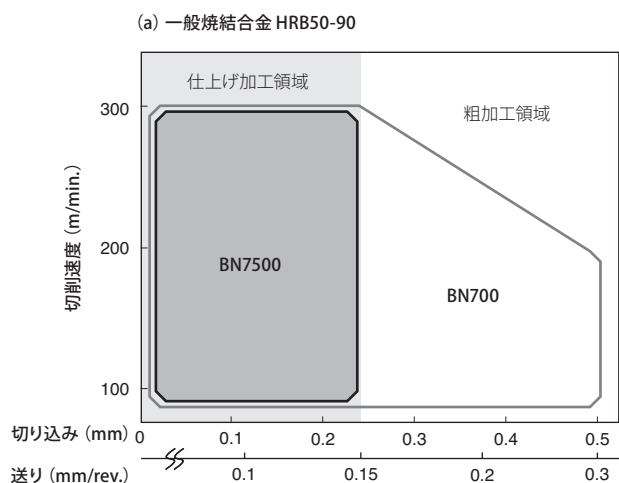


図4 白濁現象の検証実験結果

HRB70の一般焼結合金（SMF4040）の端面を加工した（図4（a））。それぞれ0.05mm程度の摩耗が発生した時点での刃先損傷状態のSEM写真を、図4（b）に示す。従来工具は粗粒のcBN粒子の脱落により刃先稜線が丸まりを帯びているのに対し、BN7500の刃先稜線は鋭利に保たれているのが分かる。この状態で切削を行うと、BN700で加工した被削材には白濁が発生したのに対し、BN7500で加工した被削材では白濁は発生しなかった（図4（c））。BN700では工具の摩耗が進展し、刃先が丸まりを帯びることで、切削点近傍が局部的に負のすくい角が大きな状態となり、切れ味が低下してむしれが発生していると推定される（図4（d））。

むしれを抑制するためには、刃先がシャープな状態を維持することが重要であり、従来工具に対し、刃先の脱落が抑制できるBN7500を適用することで、白濁が抑制され、加工の高精度化と長寿命化が実現できる。



Wet切削を推奨。ただし、焼入焼結合金の断続切削では、Dry加工を推奨

図5 BN7500の適用領域

## 5. BN7500の適用領域と使用実例

当社が提案する鉄系焼結合金加工における適用領域を図5に示す。焼結部品の粗加工では、後工程で仕上げ研磨や仕上げ切削があるため、欠損に対する信頼性が重要視される。そのため、当社ではBN7500より比較的cBN粒度が粗く、韌性に優れるBN700を推奨している。一方、BN7500は前述したように、優れた刃先形状維持特性により、切れ味を長時間維持することが可能であるため、仕上げ加工で推奨している。例えば、自動車部品のオイルポンプローター、VVT関連部品の端面仕上げ加工や、VSRのプランジ加工に威力を発揮する。

図6にBN7500の使用実例を示す。一般焼結合金の仕上げ加工においてBN7500の使用によりバリの発生が抑制され、他社の焼結合金用cBN焼結体工具の1.5～2倍の寿命を達成した。

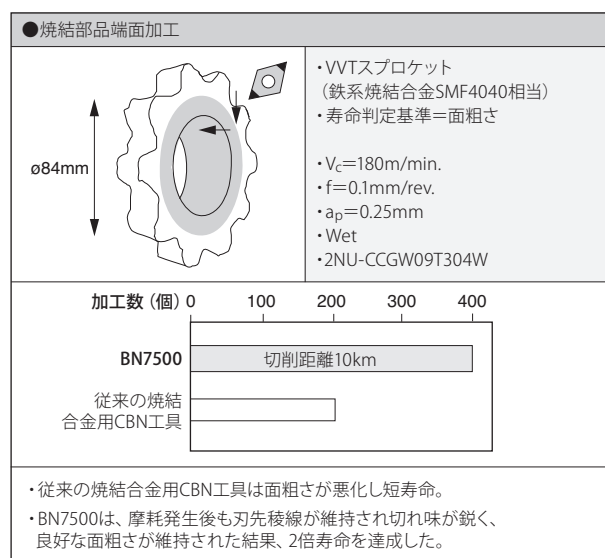
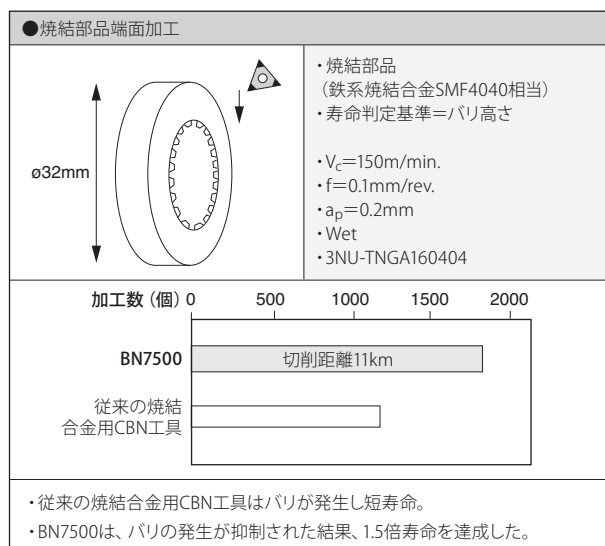


図6 BN7500の使用実例



## 6. 結 言

鉄系焼結合金仕上げ加工用 cBN 焼結体工具「スミボロン® BN7500」の適用により、鉄系焼結合金加工における課題とされてきたバリ、白濁を抑制でき、工具の長寿命化を実現できた。BN7500 は当社スミボロン®シリーズの中で最高の材料強度を有する工具材料であり、その適用範囲は焼結材料に留まらず、鋳鉄の高速加工や焼入鋼の強断続加工、ハードミリング等、材料強度が必要とされるアプリケーションにおいても高性能を発揮することが予想され、今後の加工用途の拡大が期待される。

### 用語集

---

#### ※1 PCBN

polycrystalline boron nitride。ミクロンサイズの cBN 粒子を金属、セラミックス、サーメット等のバインダーと混合し、高温・高圧で焼結したもの。

#### ※2 cBN

cubic Boron Nitride。立方晶窒化硼素。

### 参 考 文 献

---

- (1) 太田他、「焼結合金、鋳鉄加工用スミボロン® BN700の開発」、SEIテクニカルレビュー、第165号、81 (2004)
  - (2) 岡村、「焼入鋼断続加工用スミボロン® BN350、BNC300の開発」、SEIテクニカルレビュー、第165号、87 (2004)
  - (3) 寺本、「焼入鋼高速加工用スミボロン® BNC100 および高精度加工用スミボロン® BNC160の開発」、SEIテクニカルレビュー、第172号、89 (2008)
  - (4) 岡村、「焼入鋼高能率加工用コーティドスミボロン® 新『BNC200』の開発」、SEIテクニカルレビュー、第174号、18 (2009)
- 

### 執 筆 者

---

松田 裕介\* : 住友電工ハードメタル㈱  
ダイヤモンド技術開発部  
cBN 焼結体工具の開発・設計に従事



岡村 克己 : 住友電工ハードメタル㈱ ダイヤ技術開発部  
久木野 暁 : 住友電工ハードメタル㈱ ダイヤ技術開発部  
グループ長

---

\*主執筆者