

CBN切削工具による焼入れされた 軸受鋼の精密切削

佐本 芳正* , 西村 正彦* , 清崎 茂*

Precision Machining of Hardened Bearing Steels by Cubic Boron Nitride Cutting Tool

by Yoshimasa SAMOTO , Masahiko NISIMURA
and Shigeru KIYOSAKI

〔要 旨〕

CBN切削工具により焼き入れ焼戻しされた高炭素クロム軸受鋼を精密切削し、被削材の加工精度（表面粗さ、真円度）を調べた。その結果、表面粗さ R_y が $6\mu\text{m}$ 、真円度が $9\mu\text{m}$ の加工精度が得られた。この加工精度は、焼入れ前の軸受鋼をサーメット切削工具により切削したときの加工精度と同程度であった。また、焼入れ焼戻しによって生じた $9\mu\text{m}$ の変形を、CBN切削工具を用いて削り取り、その変形を修正できた。

1. はじめに

CBN（立方晶窒化ホウ素）焼結体は、ダイヤモンドに次いで高硬度であり、高温硬さが高く鉄鋼材料との反応が少ない。このことは、超硬工具などでは切削しにくかった高硬度の鉄系金属を切削できることになる。従来、高硬度の焼入鋼は研削加工によって仕上げられることが多かった。研削加工に比べ切削加工は、加工時間が短く同一加工機械で複数箇所の加工が行なえるなど、生産性の点で優れている。これらのことから、焼入鋼の研削加工をCBN切削加工に置き換えるケースが見られるようになってきた。しかし、CBN切削工具の使用は、大きな切込みに対し刃先が損傷し易いなどまだ信頼性が高くない。また、ベアリングのような精密部品では、被削材の表面品位（表面粗さ、金属組織、硬さ、残留応力）が疲れ強さ、耐磨耗性に直接影響を及ぼす¹⁾ため、このことが重要視されている。

本研究では、焼入れ焼戻しされた高炭素クロム軸受

鋼をCBN切削工具により精密切削し、被削材の加工精度（表面粗さ、真円度）を調べた。

2. 実験方法

試験片の材質は、転がり軸受に使用される高炭素クロム軸受鋼SUJ3 (JIS G 4805)であって、この高炭素クロム軸受鋼鋼材は球状化焼なましを施された熱間圧延丸鋼である。試験片のサイズは 80×100 とし、焼入れ焼戻し前にサーメットチップにて切削を行なったこの試験片は県内の熱処理メーカーにおいて、バッチ式の雰囲気炉により試験片の表面光輝状態を保持できる油焼入れ焼戻しを行った。この焼入れ焼戻し温度・時間曲線は図1のとおりである。

そして、CBN切削工具により焼入れ焼戻しされた高炭素クロム軸受鋼の試験片を、表1の使用工具と切削条件により切削した。

なお、切削工具と試験片の硬さはビッカース硬度計（明石製作所、AVK）により測定し、試験片の加工精度は表面粗さ測定機（ミットヨ、SV-424）と真円度測定機（小坂研究所、EC-EC-4）により測定した。

* 研究指導室機械電子チーム

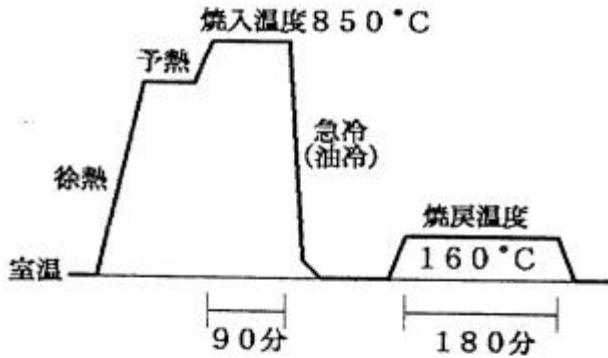


図1 焼入れ焼戻し温度・時間曲線

表1 CBN切削加工データ

加工材料	被削材の名称	熱間圧延丸鋼 (φ80×L100)
	材質	SUJ3
	加工前熱処理状態	焼入れ焼戻し
	硬さ	775HV (63HRC)
使用工具	ホルダ	スローアウェイ式バイト (PCLNR2020-43)
	切れ刃材種	CBN (BN250)
	切れ刃型式	CNMA120408
	ホルダ保持方法	刃物台にボルトクランプ
切削条件	加工機械	普通旋盤 (大隈鐵工所、LS450×1250)
	切削速度	132m/min (525rpm)
	切込み	0.1mm
	送り	0.2mm/rev
	切削油	乾式切削
	切削の回数	1回

3. 結果と考察

図2に、焼入れ焼戻しを行なった試験片の断面硬さ分布を示す。硬さは、試験片の表面部から中心部にかけて779HV～753HVの範囲で分布している。このビッカース硬さ値をロックウェル硬さ値で換算すると、

試験片は表面部から中心部まで63HRCの硬さが保たれている。つまり、表面部のみを硬化する浸炭、窒化、高周波焼入れなどとは異なり、中心部まで深く焼きが入る無心焼入れとなっている。

図3に、焼入れ前(図のA)、焼入れ焼戻し後(図のB)、CBN切削後(図のC)における試験片の加工精度を示す。まず、焼入れ前と焼入れ焼戻し後における試験片の加工精度(表面粗さ、真円度)を比較すると以下のとおりである。表面粗さ R_y は、前者が $5\mu\text{m}$ 、後者も $5\mu\text{m}$ と同程度であり、焼入れ焼戻しによる表面粗さの低下はみられなかった。このことは、雰囲気炉を用いて試験片の表面光輝状態を保持できる油焼入れ焼戻しが行なわれたことを示している。一方、試験片の真円度は、前者が $9\mu\text{m}$ であるのに対し、後者は $18\mu\text{m}$ に悪化した。つまり、焼入れ焼戻しを行なうことにより試験片は $9\mu\text{m}$ 変形した。

CBN切削後の加工精度(図のC)は、表面粗さ R_y が $6\mu\text{m}$ 、真円度が $9\mu\text{m}$ となった。また、切削工具と被削材の硬さ測定結果を図4に示す。CBN切削工具の硬さ $2,900\text{HV}$ は焼入れ焼戻し後の被削材SUJ3の3.7倍、サーメット切削工具の硬さ $2,100\text{HV}$ は球状化焼きなまし(焼入れ前)の被削材SUJ3の8.5倍である。このように、CBN切削工具による焼入れ鋼切削の加工精度は、 775HV の硬い被削材を切削したにもかかわらず、焼入れ前の 247HV の軟らかい被削材をサーメット切削工具により切削したときの加工精度(図のA)と同程度であった。そして、焼入れ焼戻し後に $18\mu\text{m}$ であった真円度が、CBN切削後に $9\mu\text{m}$ の変形量を、CBN切削工具により削り取り、その変形を修正できたことになる。

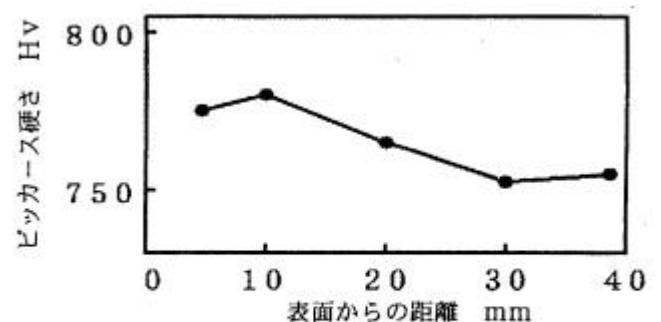


図2 断面硬さ分布

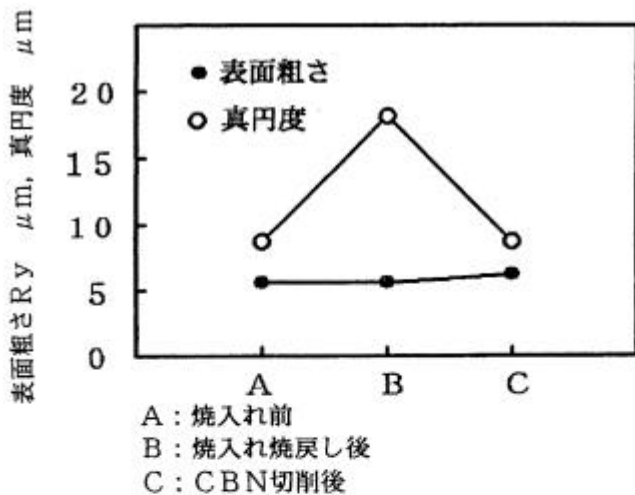


図3 加工精度

	ピッカース硬さ	HV
SUJ3 焼入れ焼戻し CBN切削工具	—	775
	————	2,900
SUJ3 球状化焼なまし サーメット切削工具 超硬切削工具	—	247
	————	2,100
	————	1,830

図4 切削工具と被削材の硬さ

4. まとめ

CBN切削工具により、焼入れ焼戻しされた高炭素クロム軸受鋼を精密切削した。その結果、次のことが明らかになった。

- (1) CBN切削工具による加工精度は、表面粗さRyが6 μm，真円度9 μmであった。
- (2) この加工精度は、焼入れ前の軸受鋼をサーメット切削工具により切削したときの加工精度と同程度であった。
- (3) 焼入れ焼戻しにより生じた9 μmの変形を，CBN切削工具により削り取り，その変形を修正できた。

謝 辞

本研究の遂行にあたりご協力をいただきました，(株)東研サーモテックの原田哲氏，東海精工(株)の田中俊明氏，住友電気工業(株)の立石政博氏に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 機械振興協会編：”加工技術データファイル”，機械振興協会，120000 - 14 (1976)