

(公社) 日本設計工学会 四国支部
平成 27 年度研究発表講演会
講演論文集

開催日 : 2016 年 3 月 14 日 (月)

会 場 : 徳島大学工学部

主催

(公社) 日本設計工学会 四国支部

高压クーラント供給を用いた焼入れ鋼切削における cBN 焼結体の工具摩耗

Tool Wear of Sintered Cubic Boron Nitride Compact in Cutting Hardened Steel with High-Pressure Coolant Supplied

和田任弘 (正, 奈良工業高等専門学校, Tadahiro WADA)
○岡山和樹 (奈良工業高等専門学校, Kazuki OKAYAMA) ※
森合勇介 ((株)トクピ製作所製造部, Yusuke MORIGO)
田中宏明 (大阪電気通信大学工学部, Hiroaki TANAKA)

1. はじめに

焼入れ鋼の切削において、高硬度、高熱伝導率でしかも Fe との反応性が極めて低い cBN 焼結体はきわめて有効な工具材である。焼入れ鋼の高速切削では、切削温度が高温となるため、切削温度を低下させ、工具損傷を抑制させる必要がある。切削温度低下には切削油剤をすくい面と逃げ面に供給する高压クーラント切削法が有効である。猪谷ら¹⁾は、インコネル 718 の高压クーラント切削を行い、通常の湿式切削(常圧外部給油)に比べ、切削温度低下に効果があることを示した。さらに、切削部へ高压クーラントを供給することにより、工具損傷抑制効果のみならず切りくず処理性の向上²⁾も期待される。

そこで本研究では、cBN 焼結体工具による焼入れ鋼の高速仕上げ切削において、高压クーラント切削が有効であると考え、切りくず形状、仕上げ面粗さ、および工具摩耗を調べたので、それらの結果について報告する。

2. 実験方法

被削材として使用した焼入れ鋼 SKD11(60 HRC)の化学成分を表 1 に示す。

使用工具材は、表 2 に示す 3 種類の cBN 焼結体を用いた。なお、結合材の Al は cBN 焼結体の焼結助剤として用いられ、焼結時に cBN 粒子および他の結合材と反応し、焼結後には Al としては残留しない。これら 3 種類の cBN 焼結体は、全て市販品である。

□25mm×25mm バイトホルダ(セコツール PTJNL 2525M16JETL 型バイトホルダ)に、TNGA160408 型チップを取付け使用した。なお、cBN 焼結体の工具切れ刃にはチャンファホーニングが施され、その寸法はチャンファ幅 $W=0.13\text{mm}$ 、角度 $\theta=25^\circ$ 、R ホーニング $R=0.015\text{mm}$ である。

使用工作機械は、森精機社製 SL-25 型ターニングセンター(11/15kW、主軸最高回転数 4200min^{-1})である。切削は、乾式、および湿式で行った。湿式切削では高压クーラントユニットを使用したハイプレ

ッシャー法を用いた。使用した高压クーラントユニットは、(株)トクピ製作所製 HIPRECO185-20 型高压クーラントユニット(最大供給圧力 20 MPa、最大供給流量 45L/min)である。高压クーラントは、逃げ面およびすくい面の 2 方向から切削部へ供給された。

切削速度 10.00 m/s、送り 0.05 mm/rev、切込み 0.1 mm で SKD11 の外周旋削を行い、切りくず形状、仕上げ面粗さ、および工具摩耗を調べた。切削方式は、乾式、および湿式切削である。湿式切削におけるクーラント圧力は、7、および 20 MPa で、高压クーラントユニットからの切削油剤の供給量は、それぞれ 16 L/min、および 28 L/min である。切削油剤はユニローケン FGS650(濃度 $10\pm 3\%$)を用いた。

Table 1 Chemical composition of work piece (JIS SKD11, ASTM D2)

[mass%]						
C	Cr	Mo	Mn	Si	V	Ni
1.45	11.6	0.81	0.36	0.23	0.22	0.12

Table 2 Properties of sintered cubic boron nitride compact

Tool type	Binder phase *	Contents rate **	Grain size of cBN [μm]	Hardness [HV]	T. R. S. [GPa]
cBN A	TiCN-Al	45/55	5.0	2700-2900	0.80-0.90
cBN B	TiN-Al	65/35	3.0	3200-3400	1.00-1.10
cBN C	TiN-Al	75/25	5.0	3500-3700	1.15-1.30

*: Main element, **: (cBN grain/ binding phase), T. R. S.: Transverse-rupture strength

3. 実験結果および考察

クーラント圧力を変化させて SKD11 を旋削し、切りくず形状を調べた。図 1 に、cBN A の場合を示す。一般に、工具摩耗の進行により切りくず形状が変化する。そこで、工具摩耗が少ない切削開始初期の切りくずを採取した。乾式切削の場合を図 1(a)に示す。乾式切削では、連続した切りくずが生成される。クーラント圧力が 7、20 MPa の高压クーラント切削の

場合を、それぞれ図 1 (b), (c)に示す。高圧クーラント切削では、切りくずは短く折断され、クーラント圧力が高圧になるほど、切りくずは短く折断される。

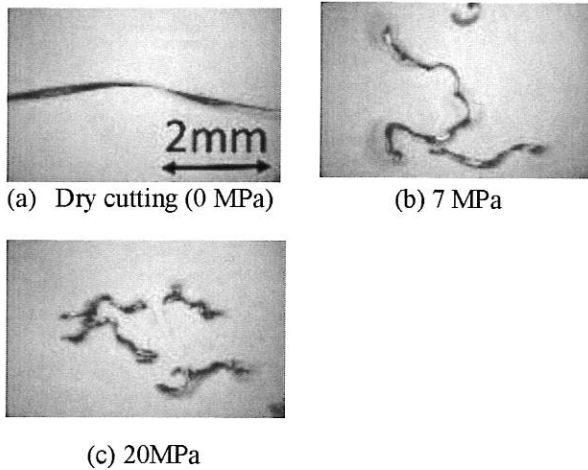


Fig. 1 Chip generated when turning hardened steel with various coolant pressures at cutting speed of 10.00 m/s, feed rate of 0.05 mm/rev, and depth of cut of 0.1 mm

図 2 に、工具の摩耗状態を示す。図 (a), (b), (c) は乾式切削の場合である。図 (d) は高圧クーラント切削 (クーラント圧力 20 MPa) の場合である。図 2 に示すいずれの cBN 焼結体工具も、逃げ面摩耗が主な工具損傷である。図 (a), (b), (c) に示す乾式切削の場合、3 種類の cBN 焼結体工具の逃げ面摩耗幅の最大値 (VBmax) を比較すると、cBN A の VBmax が最も小さい。さらに、cBN A の場合、図 (a) に示す乾式切削と図 (d) に示す高圧クーラント切削の場合を比較すると、高圧クーラント切削における切削距離は乾式切削のほぼ 3 倍にもかかわらず、いずれの切削方式も VBmax は同程度である。

cBN A 工具で焼入れ鋼を高圧クーラント切削し、切削仕上げ面を調べた。図 3 に送り方向における切削仕上げ面の断面曲線を示す。なお、断面曲線より下の部分が被削材であり、クーラント圧力は 20 MPa の場合である。切削の進行につれ工具摩耗は増大するが、高圧クーラント切削においても仕上げ面粗さは大きくなる。

4. おわりに

cBN 焼結体工具による焼入れ鋼の高速度仕上げ切削を対象とし、高圧クーラント切削を行い、切りくず形状、仕上げ面粗さ、および工具摩耗を調べた結果、乾式切削に比べ、切りくず折断性能が向上し、さらに工具摩耗も抑制されることが明らかになった。

最後に、cBN 焼結体工具の提供に協力いただきました (株) タンガロイに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 猪谷彦太郎ら：高圧注液による難削材の高効率切削加工，三菱重工技報，35, 2(1998)148-151.
- 2) E. O. Ezugwu: High speed machining of aero-engine alloys, J. of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 26, 1 (2004) 1-11.

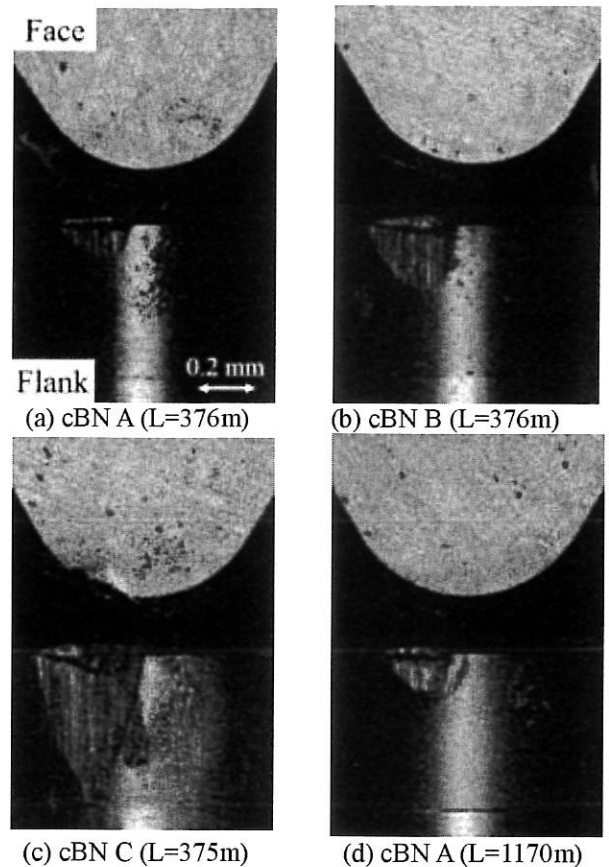


Fig. 2 Tool wear observed after turning hardened steel with various cBN tools at cutting speed of 10.00 m/s

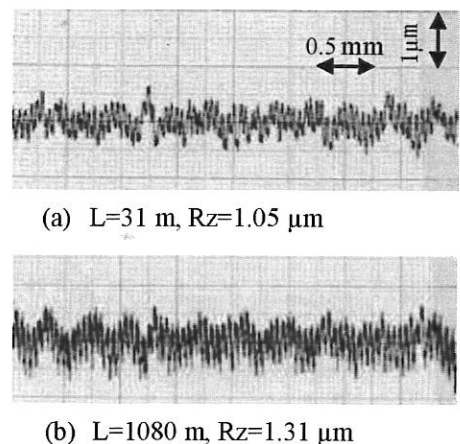


Fig. 3 Surface profile curve when turning hardened steel with cBN A tool under coolant pressure of 20 MPa at cutting speed of 10.00 m/s