

機械技術

Mechanical Engineering

3

2015
Vol.63
No.3

特集 ダイヤモンド工具・cBN工具の活用技術

テクニカルレポート—超高压クーラントを活用したハイプレッシャーブレーカー—

THE NEW BLACK
近日登場

SECO 

春のセコニュースにて
皆様のお越しを心よりお待ちしております！



セコ・ツールズ・ジャパン株式会社
secotools.com

テクニカルレポート

超高压クーラントを活用した ハイプレッシャーブレーカー

㈱トクビ製作所 森合 勇介 (Yusuke Morigo)

製造部 係長

〒581-0854 大阪府八尾市大竹3-167 TEL 072-941-2288 FAX 072-941-5181

はじめに

近年、航空宇宙産業界を中心に難削材の加工が増加している。航空宇宙産業以外にもエネルギー、医療、自動車産業これらの産業が高機能化の需要に伴い難削材が増加している。昨今、難削材において注目されているのが、シェールガス・メタンハイドレートの掘削工具、自動車ターボ部品である。そのような中で、日本にかかわりの深い自動車にターボチャージャーを搭載する取り組みが進んでいる。欧州ではすでに組み込まれているが、排気量を低減し燃費効率を向上する。それによるパワー不足のデメリットをターボチャージャーによって補う「小排気量ターボ化」の取り組みが日系メーカーにおいても開発・商品化が進んでいく傾向にある。

本稿では、これらの需要を満たす解決策として、当社が推進する「超高压クーラント」の紹介、効果的な利用を紹介する。



図1 高圧クーラント用工具

超高压クーラントの効果的な使用ポイント

切りくずの分断・排出性・工具寿命は切削業界では永遠の課題とされているが、超高压クーラントを有効活用することで解決の糸口になることが分かってきた。超高压クーラントを使用する場合は、高圧クーラント用工具を使用する必要がある。高圧クーラント用工具とは切削ポイントにより近い場所から吐出ノズルを小径穴に絞ることで効果が表れる。図1に示すように高圧クーラント用工具が市販されている。

超高压クーラントの使用事例

(1) チタン合金

航空機部品などで加工効率の課題でお馴染みのチタン合金。図2に示すとおりチタン合金 (Ti-6 Al-4 V) を加工し、 $v_c = 70 \text{ m/min}$ 、 $f_n = 0.15 \text{ mm/rev}$ 、 $a_p = 2 \text{ mm}$ の加工条件で、通常クーラントの工具寿命は約7 min のところ 15 MPa では、約

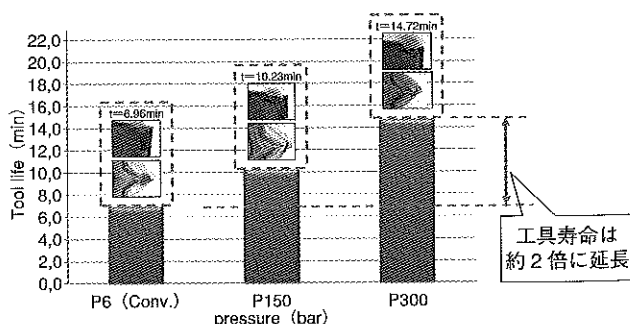


図2 チタン合金工具寿命¹⁾

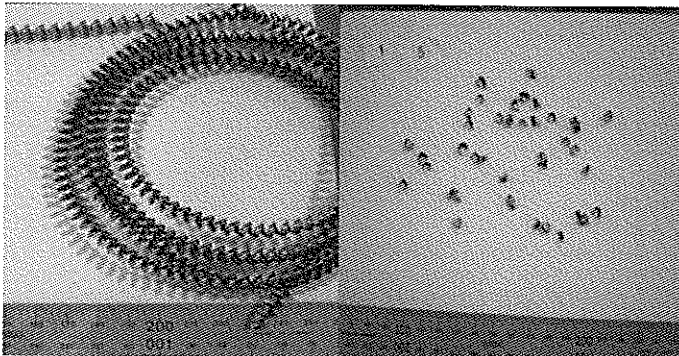


図3 インコネル718、7 MPaと15 Mpaの切りくず

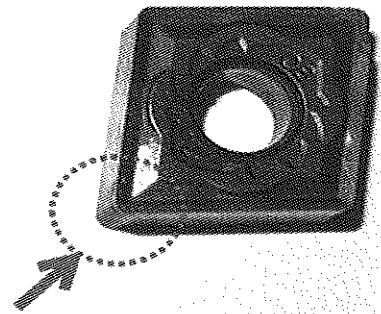


図4 図3で使用したチップ

10 minの1.5倍、20 MPaでは、約14 minの2倍の工具寿命が実現された。14 min加工後でもチップはまだ使用可能レベルである。

(2) インコネル718

自動車部品で需要が高まるニッケル合金である。インコネル718丸材の外径旋削での7 MPaと15 MPaでの切りくず状態を図3に示す。

$v_c = 40 \text{ m/min}$ 、 $f_n = 0.2 \text{ mm/rev}$ 、 $a_p = 2.0 \text{ mm}$ 、荒加工において7 MPaでは大半の切りくずが伸びてしまっているが、15 MPaではすべての切りくずが分断された。工具寿命においては、切削時間20 min使用したが大きな損傷はない(図4)。

インコネル718の加工による通常圧力と超高压クーラントの刃先摩耗の違いを図5に示す。

$v_c = 50 \text{ m/min}$ 、 $f_n = 0.25 \text{ mm/rev}$ 、 $a_p = 1.0 \text{ mm}$ で、3分間切削した時の刃先摩耗をグラフで表す。20 MPaで明らかに逃げ面、逃げ面摩耗が軽減されているのが分かる。耐熱鋼加工において超高压クーラントの効果は歴然とした結果である。

(3) SUS 316

SUS 316丸材の外径旋削でのチップ摩耗と切削量(仕事量)を検証したデータを図6に示す。

$v_c = 235 \text{ m/min}$ 、 $f_n = 0.3 \text{ mm/rev}$ 、 $a_p = 2.0 \text{ mm}$ 、クーラント圧力0.2 MPa、3.5 MPa、14 MPaでVB摩耗0.3 mmを基準にし、圧力別での切削量(仕事量)を検証したデータである。

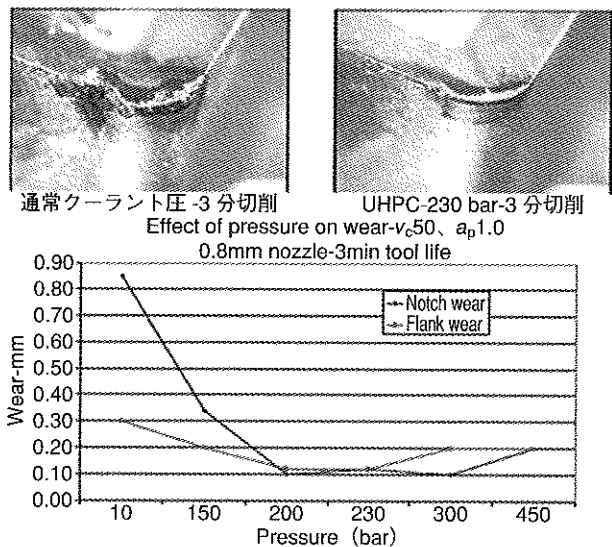


図5 インコネル718での圧力別の摩耗度²⁾

0.2 MPaでは1,500 ccの切削量で破損し、3.5 MPaでは2,500 ccでVB摩耗が0.3 mmを超えた。14 MPaでは3,500 cc以上の切削量で、3.5 MPaと比較しても約1.5倍の切削量が得られた。

このような切りくずの排出性・分断効果から、これまで超耐熱鋼で工具の長寿命化に着目されていた高压クーラントだが、自動車部品などに使われるSPHC、SPCC、SAPHなどの炭素量が低く、ネバい材質の加工においても効果が発揮されることが分かった。日本で航空機産業が盛んになってきたとはいえ、自動車産業に比べればまだまだニッチである。

圧力、流量別 V-T 線図

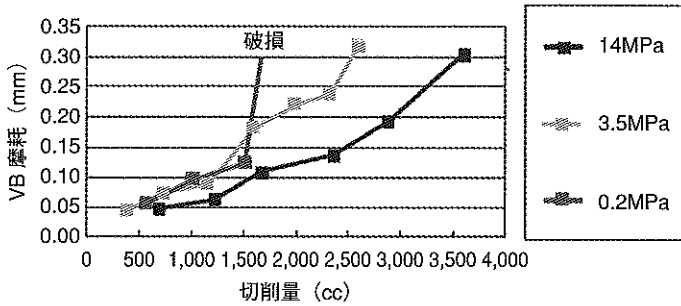


図 6
SUS 316 チップ摩耗と切削量

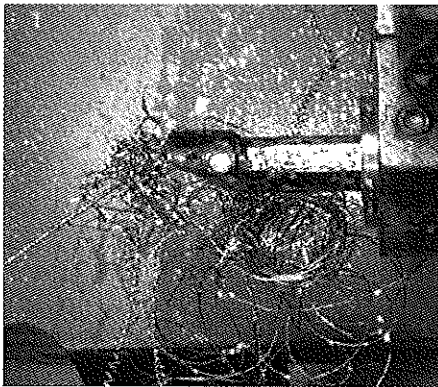


図 7 7 MPa、SPHC 内径切りくず

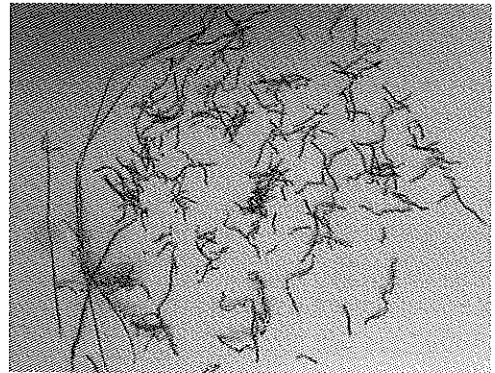


図 8 15 MPa、SPHC 内径切りくず

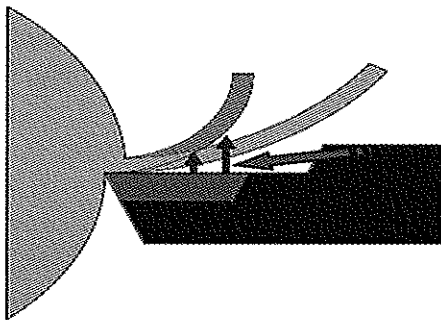


図 9 HPB 効果

これらのプレス鋼は切りくずの巻き付きによる自動化の妨げ・チョコ停が原因で生産性・コストが厳しく、日本のコア産業の中ではある種の難削材といわれている。

(4) SPHC (熱間圧延軟鋼板)

SPHC などの鋼材は炭素含有量も少なく切りくずの排出性・分断性が悪く、ある種の難削材である。図 7 に示すのは、7 MPa で SPHC の内径加

工終了時の様子である。自動車の量産ラインではこのような切りくずに悩まされているのが実情である。同じ加工条件で、15 MPa で加工した様子を図 8 に示す。

ハイレッシャーブレーカー (HPB)

これまでの結果で表わしているように、クーラントを切りくずとチップすくい面の間に、十分な圧力と流量で吐出し、チップブレーカーによってカールした切りくずをクーラントの水圧によってさらにカールさせ切りくずを分断させる。この HPB 効果を図 9 に示す。

HPB で切りくずとチップの高温接触距離を短くし工具摩耗を軽減させ、クーラントを切削ポイントに当てることで冷却効果を向上させる。工具摩耗抑制や切りくずの排出性を改善することで、一番の目的である加工時間短縮・大幅な加工コスト削減を可能とし、生産性向上・高い付加価値を

1時間あたり	…… (仮) 2kW の省電力
1ヵ月では	……2kW×16時間×22日=704kW
1ヵ月では	……704kW×12ヵ月×@20=¥168,000 の軽減

図 10
インバータ制御事例



図 11 U-HIPRECO (Max 30 MPa)

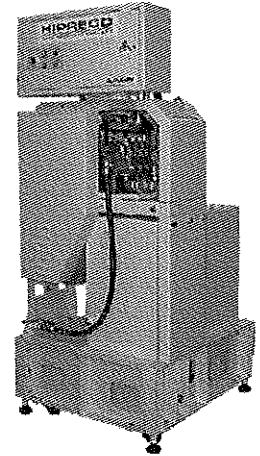


図 12
S-HIPRECO
(Max 14 MPa)

実現することができる。これが超高压クーラントを活用した HPB の最大のメリットである。

超高压クーラントユニット「HIPRECO」

超高压クーラントユニットには遠心分離構造の高性能サイクロンセパレータを標準搭載しており 15 μ を 90% 以上除去する。フィルタレスのため、面倒な作業もいらず、産業廃棄物を出さない。これらにより切削液に含まれる微細な切りくずを除去することで切削時の仕上がり精度の向上が図れる。

動力はインバータ制御仕様になっており、高压ポンプ吐出流量に必要な動力だけ消費し余分なエネルギー・発熱を最大限に抑制させ消費電力を大幅に削減することができる (図 10)。

SMART タイプでは、最高圧力と流量を制限したコンパクト設計でポンプを搭載しているため、機械が並ぶ隙間にも設置しやすい (図 11、図 12)。

おわりに

超高压クーラントによる新切削法は、さらなる加工改善が期待できるが、その適用については工

作機械の 7 MPa 以上の高耐圧対応の普及に依存している。超高压クーラントユニットとしての課題もあり、さらなる小型化、省スペース化、省エネルギー化の要求に応え、さまざまな水質にも使える超高压ポンプの改善改良に努めユーザーの「生産効率アップ」を実現していく所存である。

参考文献

- 1) Journal of Mechanical Engineering 「Optimization of Machining Performance in High Pressure Assisted Turning of Ti 6 Al 4 V Alloy」
- 2) サンドビック株式会社

