

環境対応型切削油「セリ・カット[®]」の性能と使い方

北原 寛巳*

昨今、生活環境の問題が取り沙汰され、多くの生活用品や自動車、家電品まで「エコロジー」をキーワードとする製品が登場している。

われわれが関係している「工業製品」やその製造段階においても、もはやそのキーワードを無視することは許されなくなっている。

ここでは切削液の中でも「不水溶性切削油」に絞って、当社が2009年より販売してきている、環境対応型、高性能切削油の「セリ・カット[®]シリーズ」を基に、現状の問題点と比較しながら、実使用例などを交えて紹介する。

1. 切削液を取り巻く現状課題

現状の大半の不水溶性切削油は、「潤滑」「浸透」「抗溶着」「冷却」などの作用（表1参照）を得るため、鉱物油や植物油の基油へ「耐熱性」「高負荷」に耐えるような数種類の添加物を加え、性能を確保する必要があった。

通常の添加剤は、成分が燃焼、あるいは変質したりして、有効成分が他の化学的成分の影響を受け、十分な性能を維持するのが困難である。

また鋼材では、鉛、亜鉛などのような快削性物質の添加が禁止される方向へ進んでいる。一方で素材に「軽量」「高剛性」の要求が高くなり、

ステンレスをはじめとしチタン、インコネル、銅などのさらに難削材の加工が増加している。この点でも、切削油に求められる性能は高くなってきている。

今までは、切削時の刃先に生じる激しい高温にでも対抗できる添加剤として極圧添加剤と称される、「塩素系化合物」「モリブデン」「亜鉛」などが多く使用されてきた。

しかし、それらの添加物による「環境上」の問題が指摘されるようになった（表2参照）。

上記の症状の要因として、極圧添加剤としてもっとも多く使用されてきた「塩素系化合物」を使用した切削油に原因があると判ってきた。添加剤として使用されている塩素化合物のほとんどが「塩素化パラフィン」であり、中でも「短鎖塩素化パラフィン」はリスク評価試験の結果、難分解性・高蓄積性と評価され、化審法の第一監視化学物質に指定されるに至った（注：社団法人潤滑油協会HPより）。

その塩素系切削油は焼却による廃棄処分が必須であり、その際に有害物質「ダイオキシン」が発生するため、地球環境の観点から見ても、望ましくない添加剤として使用を控える必要性が出てきた。

以上のような背景から「塩素フリー」として塩素系添加物に代る添加剤を配合した「塩素フリー化」切削油などとして、さまざまな物が発売されてきているが、実際には塩素系添加物に代る優れた性能の物がなく、「塩素フリー化」切削油と称していても若干の「塩素系化合物」を添加し、

*KITAHARA, Hiromi/カトウ工機㈱ 取締役 営業部長

表1 潤滑油の効果

1	潤滑作用	摩擦を減らし、工具摩耗や切削抵抗を低減する
2	浸透作用	切削点近傍に切削油を到達させる
3	抗溶着作用	構成刃先の発生を抑制する
4	冷却作用	切れ刃の温度を下げ工具摩耗を低減、また工作物の熱膨張を抑制し、加工精度を維持する
5	防錆作用	切削と直後の工作物新面を保護する
6	洗浄作用	切屑や汚れを洗い流す

表2 環境問題の要因と症状

1	作業者の健康環境	皮膚障害、臭気、発癌、咽や目の痛み、鼻炎、ダイオキシン
2	作業環境	油剤の飛散、漏れ、機械の運転支障、錆、腐食、一次性能の低下
3	地球環境	水質汚染、大気汚染、土壌汚染

性能の低下を押えている製品も見受けられる。

そこで、「塩素系化合物」「モリブデン」「亜鉛」などの化合物に代る、これから紹介する「セリ・カット[®]」という無害な添加剤を使用した切削油が開発され、表1の各性能を確保した。

2. セリ・カット[®]による問題の解決

セリ・カット[®]とは植物油を基油として、固体潤滑剤と不活性イオウ系の極圧剤を加えた、超潤滑性、耐熱性の完全塩素フリーな不水溶性切削油である。固体潤滑剤はナノカーボンを使い、ナノサイズに微細加工したセリサイト（絹雲母）（図1）と、ファインセラミックスを「ホウ素、カルシウム、ナトリウムなどととも」液中分散したものである。

この固体潤滑剤を使うことで、環境に悪い成分を追い出せるとともに、より高温での潤滑性が確保できるようになった。これまでの技術では固体潤滑剤を拡散させることが難しかったため製品化には至らなかったところ、開発元の株式会社協和精工では前記物質を微細加工して、液中分散し製品化したのである。

主な特徴を以下に記す。

① 環境に優しい切削油である。先にも述べたように植物油を基油とし、生分解性が97%以上という切削油である。放置しておいても自然界に戻る原料で構成されているため、人体や地球環境に対しても極めて安全である。

特に、ミスト使用の環境では、油煙を吸い込んだとしても、作業者の健康に悪影響を与えない安全性の高い切削油である。

セリ・カット[®]製品に含まれるセリサイト（絹雲母）成分は、「潤滑性」「光沢性」の性能が

良いと、一般に知られている。

具体的な使用例として、化粧品（ファンデーション）などの材料と、滑りや光沢を出すために使用される物質と同じものである。特に男性が理解しやすいものとしては、プレシェーブローションがあり、肌とシェーバー間の滑りを良くするため使用されている（大きさは違う）。

また、「セラミックス」というとどうしても「陶器」を思い浮かべ「硬質」だと考えがちだが、本品で使用している物は「軟体セラミックス」であり、マシュマロのように柔らかい物質である。

よって、切削油と使用しても、機械摺動面へ悪影響を与えることは無い。

② 抜群の「潤滑性能」「浸透性能」「抗溶着性能」「冷却性能」である。

それは、セリサイト、セラミックスの「耐熱性」に因るものである。セリサイト、セラミックスは酸化しない（燃えない）物質であり、化学変化も受けないことから、刃先付近に留まり刃先の保護をする。

耐熱性に関して、従来の添加剤の代表である「塩素化合物」と「セリサイト・セラミックス添加剤」の反応温度と失効温度で比較すると、「塩素化合物は」150℃～400℃位であるが、「セリサイト・セラミックス添加剤」は不活性硫黄化合物で200℃～900℃、ホウ素系化合物で900～1,300℃付近まで安定的にカバーでき「摩擦係数」の低下が少ない添加剤である（図2参照）。

よって、「抗溶着性能」を高め、「浸透性能」に優れた効果を発揮するため、今まで以上に刃先を保護し工具寿命を大幅に改善することができる。

特に、切削工具の使い始めは問題なく加工で

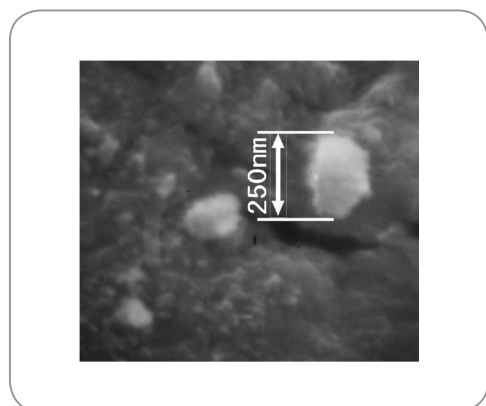


図1 ナノサイズのセラミックス 顕微鏡図^{※1}

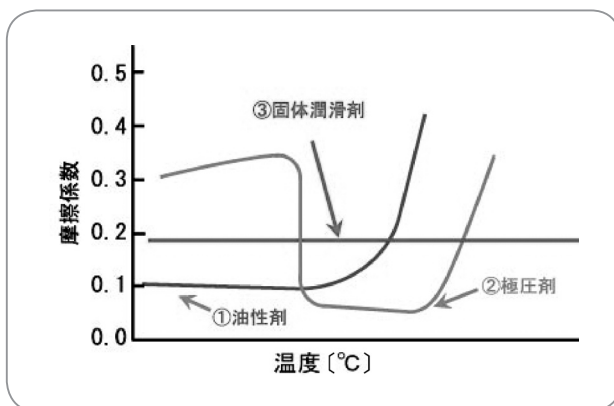


図2 油性剤と極圧剤の作用の概念図⁴⁾

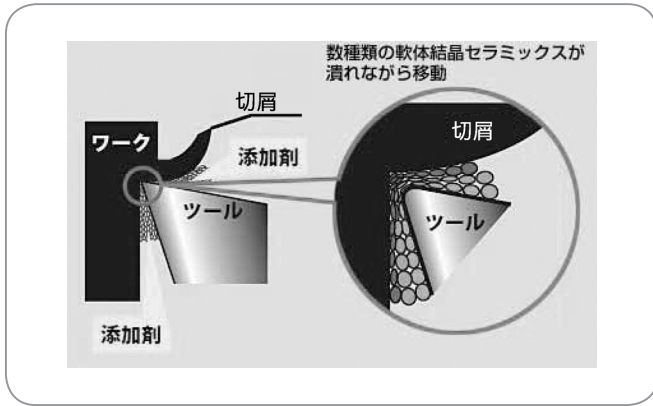


図3 軟体セラミックスが刃先に浸透して行く概念図

きるが、「無灰化極圧材」と「不活性硫黄」により、他の添加剤に比べ刃物寿命が大幅に伸びるので、工具消費費を抑えることができる。

ホウ素系化合物や、セリサイト、セラミックスのナノ粒子は「積層構造」(図3)が生み出す「滑り効果」により、加工中に加工物と刃先の間を生ずる切削抵抗を大幅に軽減、潤滑性を高温まで保つことができる。また、構成刃先などの要因による仕上げ面の粗さや、光沢が向上し、結果的に加工品の寸法のばらつきを抑える効果がある。

③ 被削材を選ばないという所である。不活性硫黄物の極圧添加剤を用いているため、「純銅」「銅合金」などに使用しても、変色・変質を起こさない切削油である。また、ステンレス、チタン、インコネル、ダイス鋼、調質鋼などあらゆる超難削材はもとより、一般鋼材、アルミ合金にまで使用可能である。

④ 抜群の製品寿命という所である。セリ・カット®に含まれる添加剤は安定した成分のため、使用による「劣化」がほとんどなく、初期の性能つまり、潤滑、浸透、抗溶着、冷却作用が長く維持でき、工具の費用や切削油の費用などを大幅に下げることが可能となる。

3. セリ・カット®シリーズのバリエーションとその使い方

セリ・カット®シリーズは5種類のバリエーション有する、新世代型の切削油である。加工内容や材質、工法に応じて粘度の違う切削油を揃えている。

① セリ・カット®スプレー

充填ガスを独自の割合で配合することによ



図4 標準スプレー (420cc)

り、液ダレせず液剤が必要以上に広がらないので、加工面に良く留まる。

タップ加工やエンドミル加工の手がけで使用。手がけの標準スプレー(420cc)(図4)と、当社の自動給油ホルダ「JSM型」に使用するJSM専用スプレー(180cc)(図5)がある。

② セリ・カット®ミスト・オイル

いわゆるMQL用の油である。粘度を13cStとしたため、セミドライ加工で使用するマシニングの付属ミスト装置はもちろん、後付け用のミスト装置でもメーカーを問わず対応できる(図6)。

③ セリ・カット®リキッド・ライト

粘度を108cStとし、刷毛塗りや当社のマシニング用自動給油ホルダ「リキッドディスペンサー」などに使用できる。



図5 JSM専用スプレー (180cc)



図6 ミスト・オイル (左2L、右4L)

また、刷毛塗りとしても使用でき、油性の添加剤としても使用可能。外部給油のミスト装置の油剤としても使用できる(図7)。

④ セリ・カット®リキッド

重切削により効果を発揮。深堀エンドミル加工やフライス加工など、重切削に使用。粘度160cStと高粘度にしてあり、歯切りやブローチ加工にも耐える切削油である(図8)。

⑤ セリ・カット®ペースト

①~④のセリ・カット®と異なりベースオイルは「鉱物油」である。

通常の油剤に「セリサイト・セラミックス添加剤」を添加することにより、さらに高性能なペーストとした。

大径タップ加工やドリル加工など、特に手作業での加工に有効。難削材加工でもずば抜けた効果を発揮する。

またセリ・カット®ペーストを一般油に溶いて粘度調整をしても、元油同様の効果が維持される(図9)。



図8 リキッド (500cc)

4. セリ・カット®シリーズの加工例

この項では、セリ・カット®シリーズの性能を、具体的な加工実績データで示す。

(1) 旋削加工の切削分力の測定

図10は、SUS304材の旋削加工による切削分力を示す。加工条件は図中の通りである。切削油は「セリ・カット®リキッド」と、一般的な難削材用油を刷毛塗りの場合との比較である。

グラフを見て分かる通り、「セリ・カット®リキッド」を使用した場合は、3分力とも10%と近く負荷が軽減されている。また、寿命に関しても2倍以上の長さの加工が可能であることが判る。

これは、セリ・カット®の無灰化添加剤が有効に作用したためであり、切削点における「冷却」「浸透」「潤滑」「抗溶着」の性能の高さを証明していると言える。

(2) エンドミル加工の切削面粗度の測定

表3は、SUS304材で、エンドミル溝加工をし



図7 リキッド・ライト (左2L、右4L)



図9 ペースト (500cc)

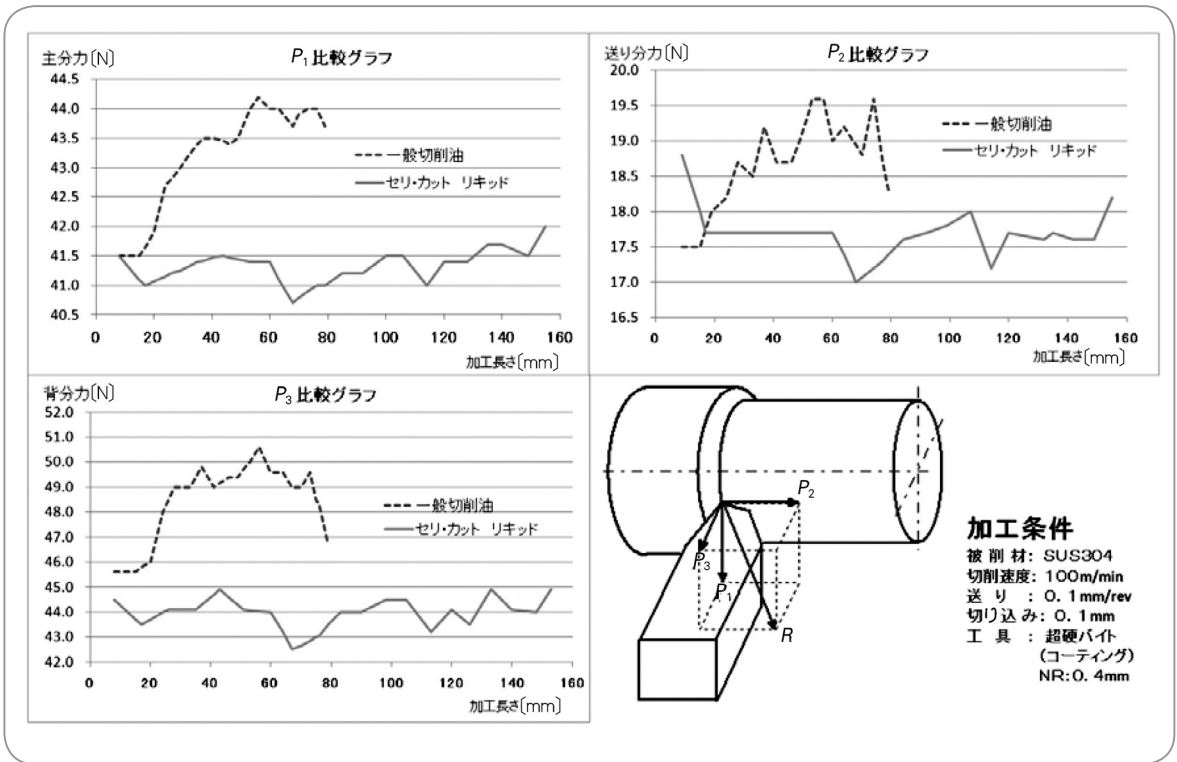


図10 切削分力測定値^{※3}

表3 面粗度測定値

(単位: μm)

	塩素系切削スプレー	カット [®] スプレー	セリ・カット [®] リキッド
R_a (算術平均粗さ)	1.54	1.12	1.20
P_t (断面曲線粗さ)	8.11	7.23	6.60

<計測条件>

計測機器: 東京精密製 Handy Surf E-35 B

計測条件: 評価長さ=4.0mm、カットオフ値=0.8mm

加工条件: 使用エンドミル=OSG製 EX-TIN-EDS

被削材=SUS304、加工幅=11mm、深さ=1mm

回転数=435min⁻¹、送り速度=45m/min、切り込み深さ: 1mm

た場合の表面粗さを比較したデータである。数値を確認すると「 R_a 値」「 P_t 値」ともに、同じスプレー剤でも塩素系の物に比べセリ・カット[®]スプレーの方が低い値となり、刷毛付のセリ・カット[®]リキッドはさらに改善されているのが判る。加工面(図11)の光沢の違いにも注目。

この結果では、ホウ素系化合物やセリサイト、セラミックスのナノ粒子の「積層構造」が生み出す「滑り効果」により、面粗度の違いに現れている。

図11は、実際の加工面である(条件は表3の場合)。

(3) タップ加工のデータ

表4は、M6 P1タップを160min⁻¹で加工した実績である。

油剤ごとに3穴目の加工データ「スラスト力」と「切削トルク」を測定し比較している。

タップはスパイラルタップ(TiNコーティング)を使用。切削油はいずれも刷毛塗りをして加工。MQL用オイル同士で比較すると、他社製のMQLオイルに比較して、セリ・カット[®]ミスト・オイルの値がいずれも低い物となっていることが判る。

また、参考データとして測定したセリ・カッ

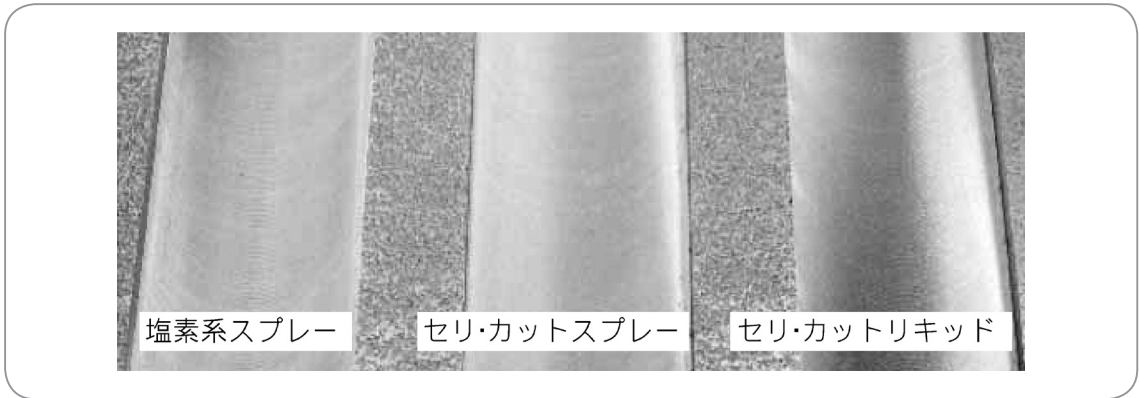


図11 エンドミル加工の比較

表4 タップ加工データ ※4

被削材	測定値	セリカットミスト オイル	セリカトリキッド ドライト	他社MQLオイル
SUS304	スラスト力 [N]	153	124	200
	トルク [N・m]	309	283	355
Ti64	スラスト力 [N]	118	153	184
	トルク [N・m]	400	571	744

トリキッド・ライトと比較しても同様であることが判る。

図12は、当社従来品である「塩素フリー系難削材用スプレー」と「セリ・カット®スプレー」による、タップ加工の寿命試験の結果である。寿命はタップの折損またはゲージアウトにて判定した。結果「セリ・カット®スプレー」使用のタッ

プ寿命が30~50%延びたことが判る。

(4) ボーリング加工による寸法精度

次に、ボーリング加工での実例を紹介する。

図13のような形状のワークで内径のボーリング加工時に、仕上げ加工後の両端(A-B間)内径寸法がテーパ状になっていた物が、セリ・カット®トリキッドの塗布により公差範囲での寸法誤差となった。

仕上げ加工を、セリ・カット®トリキッドに変更後は、内径仕上げ加工後の手直し加工が不要となった。繰り返し加工の後でも寸法のばらつきに変化は見られない。

このように、「Ti合金」と「ケイ素鋼板」の異種難削材の加工においても、安定した性能を示す。これも、前述したセリサイト、セラミックスのナノ粒子の「積層構造」が生み出す「滑り効果」により、潤滑性能が高く、構成刃先の生成が抑えられたためである。

以上のように、あらゆる被削材や加工に対応し、最良の性能、結果を発揮でき、その上環境にも配慮した「安全性」の高

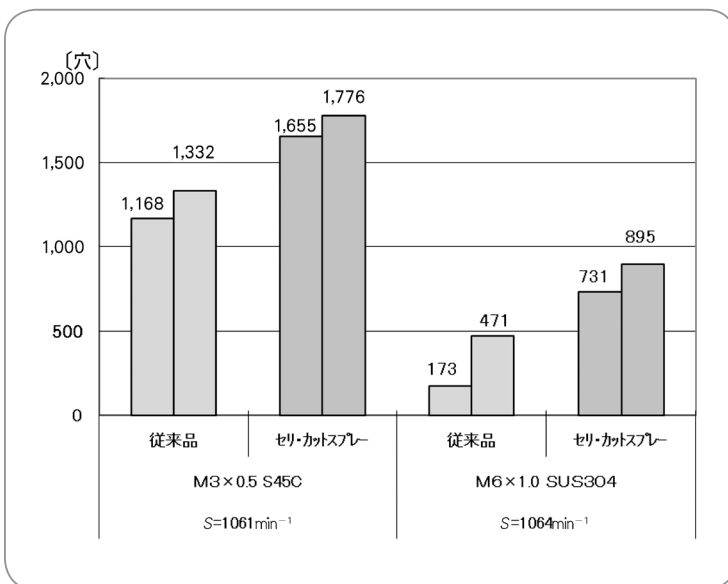


図12 タップ寿命比較

表5 ポーリング加工条件・結果^{※5}

	取りしろ〔径〕	周速〔m/min〕	送り〔mm/rev〕	切削液	寸法差〔径〕
粗仕上げ	0.2	70	0.1	エマルジョンタイプ	----
中仕上げ	0.1	70	0.1		----
仕上げ	0.05	45	0.1	セリ・カトリキッド	A<B=0.015~0.02 A<B=0.0~0.005

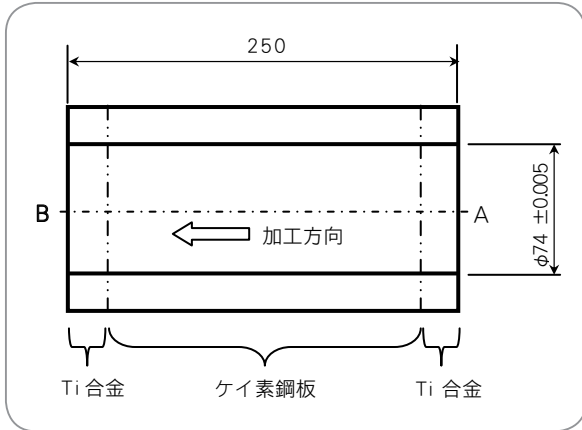


図13 ワーク形状^{※5}

い、環境対応型切削油「セリ・カット」シリーズをご活用いただきたい。

また、次世代型のセラミックス配合の「アルカリイオン水溶性切削水」についても開発元の株

式会社協和精工が進めており、近日中にご紹介することが可能である。

<協力先>

開発元 株式会社協和精工 岡谷市堀ノ内2-16-17
TEL0266-23-4623

<資料提供>

- ※1 株式会社協和精工（長野県工業技術総合センターにて計測）
- ※2 固体の摩擦と潤滑 丸善
- ※3 株式会社協和精工（長野県工業技術総合センターにて計測）
- ※4 株式会社MSTコーポレーション
- ※5 株式会社MSTコーポレーション

参考文献

- 1) 海野邦明、「切削油剤の基礎のきそ」、日刊工業新聞、2009
 - 2) 日本規格協会、「JIS工業用語大辞典」、日本規格協会、1983
 - 3) 岡部平八郎、大勝靖一、「石油製品添加剤の開発」、シーエムシー、2004
 - 4) F.P.Bowdwn, D.Tabor、「固体の摩擦と潤滑」、丸善、1992
- 注：http://www.jalos.jp/jalos/paper/pdf/leaflet_2009.pdf