

## 商品紹介

## 不水溶性切削油『リライアカットシリーズ』の紹介と実用性能について

潤滑油販売 1 部 潤滑油 3 グループ いしばし かずひこ  
石橋 和彦

## 1. はじめに

近年、中国・インド・東南アジア等の安い労働力をベースとした新興国の台頭、原発問題による電気料金の値上げ、各国間の自由貿易協定に加え、円高や原料高などによって、国内の製造業は大きな逆風を受けている。そのような環境の下、多くの製造業が安い労働力を求め海外に工場を移転させており、国内に残る製造業は海外とのコスト競争に晒され、更なるコスト低減と高効率化の達成が急務となっている。国内の製造工程においては、加工の高速化、高切込み化、そして、高送り化などが実施され、その結果、加工の負荷が上がる傾向にあり、切削油の加工性能向上に対する要望はますます高まっている。また、このような厳しい条件下で使用される切削油は油煙やミストが発生しやすく、臭気対策やミスト発生量の低減などが求められている。更に ISO14000 シリーズなどの採用により、ものづくりの現場における作業環境の改善も重要な課題となっており、各企業は、工場内の快適環境をいかに実現していくのかということ ISO 推進に不可欠な重要テーマとして位置付けている。

このような背景を踏まえ、近年の高効率化に対応する高い加工性能を有しつつ、低臭気でアンチミスト性を大幅に強化した不水溶性切削油『リライアカットシリーズ』を新たに発売した。

本稿では、リライアカットシリーズの優れた諸性能とともに、需要家での実用性能について紹介する。

## 2. リライアカットシリーズの特長

以下にリライアカットシリーズの特長を示す。

- (1) 優れたアンチミスト性
  - ・工場の作業環境改善に貢献する。
  - ・加工点の見える化に貢献する。
- (2) 低臭気
  - ・工場の作業環境改善に貢献する。
- (3) 優れた加工性能
  - ・被削材の加工精度向上に貢献する。
  - ・工具寿命延長に貢献する。
- (4) 低粘度・高引火点商品のラインアップ拡充

・工場の危険物保管数量緩和に貢献する。

リライアカットシリーズの基本処方概念図を図 1 に示す。リライアカットシリーズでは、すべての添加剤を一から選定し直し、新規添加剤および基油配合の最適化により、加工性能の向上に加え、アンチミスト性の強化と臭気低減を同時に達成することが出来た。

リライアカットシリーズは、油脂タイプの F シリーズ、不活性硫黄タイプの D シリーズ、活性硫黄タイプの A シリーズと従来のユニカットテラミシリーズのラインアップを踏襲しているが、高引火点タイプの DE,DE-P シリーズなどを新規にラインアップに追加している。リライアカットシリーズの代表性状を表 1 に示す。

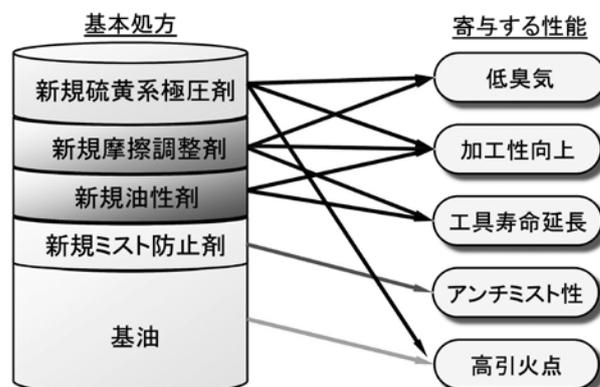


図 1 リライアカットシリーズの基本処方概念図

表1 不水溶性切削油リライアカットシリーズの代表性状

タイプ	リライアカットシリーズ	代表性状							
		動粘度 (40℃) mm <sup>2</sup> /s	引火点 (COC) °C	色 ASTM	脂肪油分 mass%	硫黄分 mass%	銅板腐食 100℃, 1h	危険物分類	
油脂タイプ	FS5	4	154	L0.5	1	—	1	第3石油類	
	FS25	25	210	L0.5	1	—	1	第4石油類	
	FM10	8	164	L0.5	5	—	1	第3石油類	
不活性硫黄タイプ	DS5	5	138	L1.5	5	0.5	1	第3石油類	
	DS10	12	178	L1.0	5	0.5	1	第3石油類	
	DS30	28	218	L1.0	5	0.5	1	第4石油類	
	DM10	10	166	L2.0	10	1.3	1	第3石油類	
	DM30	30	216	L2.0	10	1.3	1	第4石油類	
	DH5	5	122	L2.5	15	1.7	1	第3石油類	
	DH10	12	172	L2.5	15	1.7	1	第3石油類	
	DH30	30	216	L2.5	15	1.7	1	第4石油類	
	DX30	29	206	L3.5	20	2.3	1	第4石油類	
	DY20	18	168	L3.5	24	3.5	1	第3石油類	
	DY30	30	208	L3.0	24	3.5	1	第4石油類	
	活性硫黄タイプ	AS5	5	138	L1.5	4	1.0	4	第3石油類
		AS10	12	174	L2.5	4	1.0	4	第3石油類
AM10		12	170	L2.0	10	1.8	4	第3石油類	
AM30		28	210	L2.0	10	1.8	4	第4石油類	
AH10		10	162	L2.0	5	3.0	4	第3石油類	
AH15		16	176	L2.0	5	3.0	4	第3石油類	
AH30		30	206	L2.5	11	3.0	4	第4石油類	
AX15		17	176	L3.0	10	5.5	4	第3石油類	
AX25		25	182	L3.0	10	5.5	4	第3石油類	
AY25		27	176	L3.5	20	4.5	4	第3石油類	
高引火点タイプ	DE10	10	230	L1.0	>70	0.3	1	第4石油類	
	DE-P15	17	256	L1.0	>70	0.5	1	可燃性液体類	
	DE-P25	25	256	L1.5	>70	0.5	1	可燃性液体類	
その他	NS10	10	178	L0.5	—	—	1	第3石油類	
	GC32	32	214	L0.5	—	—	1	第4石油類	
	TG30	28	208	L0.5	—	—	1	第4石油類	

### 3. リライアカットシリーズの各種性能

リライアカットシリーズの各種性能について解説する。

#### 3.1 アンチミスト性

加工部分に供給された切削油は、高速で回転する工具や被削材に当り、せん断を受け物理的に微細化されて空气中を漂う油剤粒子や加工熱によって発生する油煙などのミストを発生する。切削油が高いせん断を受ける高圧給油加工や高速切削・研削加工において多量にミストが発生することが多く、このようなミストが多量に大気中に浮遊することによって作業環境を悪化させている。ミストの発生を抑制するには油剤を高粘度化する方法やミスト防止剤を添加する方法が広く知られているが、粘度を著しく高める

方法は、切削加工時の加工点への浸透性の低下や油剤使用量の増加を招きあまり好ましくない。このことから、ミストを抑制する性能すなわちアンチミスト性を高めるにはミスト防止剤の添加による方法が好ましいと言える<sup>1)</sup>。

アンチミスト性の評価に用いたミスト試験機を図2に示す。本試験は主にミスト潤滑油のミスト性能評価に用いる方法で、試料油を一定条件でミスト化し、ミストを粒径ごとに3段階で凝集させ、最終的に凝集されなかった微細なミスト(ストレーミスト)の量からアンチミスト性を評価する。

試料油には、選定した分子構造の異なる3種類の新規ミスト防止剤を使用し、40℃における動粘度が10mm<sup>2</sup>/sの基油にミスト防止剤を1%添加して試製した。また、比較油として同様の基油に旧ミスト防止剤1%を添加したものと、他社市販品(VG:10)を用いた。結果を図3に示す。

新規ミスト防止剤 A を添加した試料油が、最もストレームスト量を低減した。更に図 4 に示す目視によるストレームスト量の比較から明らかなように、新規ミスト防止剤を用いたもののほうが透明度が高く、ストレームスト量が少ないことを確認した。

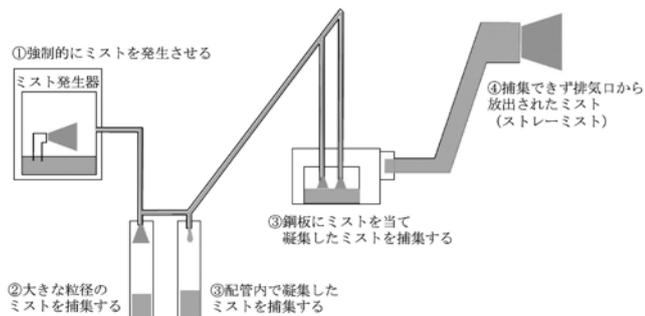


図 2 ミスト試験機

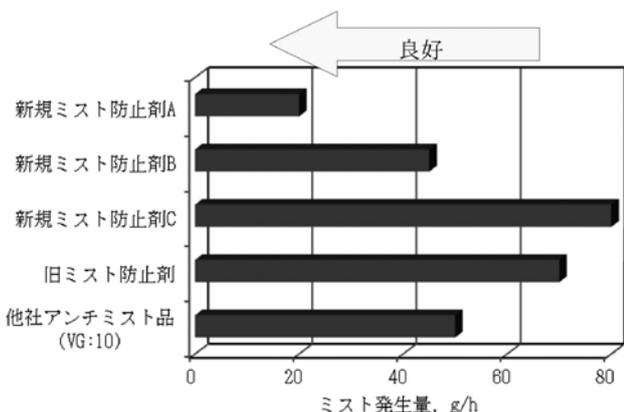


図 3 各種ミスト防止剤のアンチミスト性能

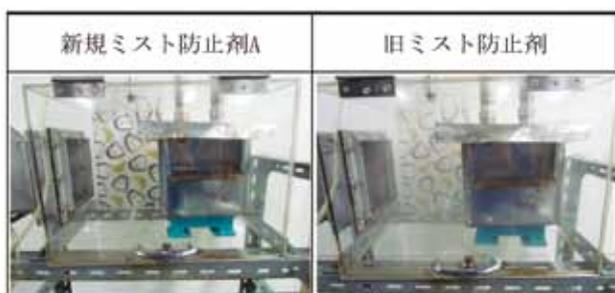


図 4 目視によるストレームスト量の比較

### 3.2 加工性能

塩素系切削油に使用されている塩素化パラフィンの代替として、硫黄系極圧剤に Ca スルホネートを併用することにより塩素化パラフィンと同程度の加工性能を示すことが確認されている<sup>2)</sup>。しかし、硫黄系極圧剤を使用した切削油では、塩素系切削油と比較して、厳しい条件下では加工性能が劣ること、また硫黄臭に対する抵抗感が強いことなどの問題がある。そこで、新規の各種添加剤を組み合わせることで加工性能の向上および低臭気化を目指し、

添加量の最適化検討を実施した。

加工性能はタッピング試験で評価した。タッピングとは被削材にあけた下穴にタップと呼ばれる切削工具でねじ溝を加工する方法で、この加工を利用したタッピング試験は従来から切削油剤の実験室的評価方法として用いられてきた<sup>3)</sup>。試験は一本のタップで試料油及び標準油によるタッピング加工を交互に数回行い、各油剤に対して求めたタッピング時のエネルギー（トルク積分値）からタッピングエネルギー効率を算出する方法で評価した<sup>4)</sup>。概略図を図 5 に、タッピング試験条件を表 2 に示す。

分子構造の異なる低臭気の新規硫黄系極圧剤と油性剤を選定し、タッピング試験を実施した。表 3 に試料油について示す。いずれの試料油も 40℃における動粘度が 25mm<sup>2</sup>/s、油脂量は 15%、硫黄量は 1%、3%、6% になるように調整した。図 6 にタッピング試験結果を示す。硫黄系極圧剤 a と油性剤 a を組み合わせた試料油 A が、硫黄量によらず高い加工性能を発揮することが確認できた。このように、リライアカットシリーズでは硫黄系極圧剤の添加量が少ない製品においても高い加工性能が発揮される。また、硫黄系極圧剤の添加量が多い製品では他の試料油と大きな差が生じなかったため、臭気や工具寿命も含めたトータル性能で添加剤を選定した。



図 5 タッピング試験の概略図

表 2 タッピング試験条件

使用タップ	M8 ナットタップ
下穴径	φ 6.8 mm
被削材	S25C
切削速度	9.0 m/min
比較標準油	DIDA

$$\text{タッピングエネルギー効率, \%} = \frac{\text{標準油のタッピングエネルギーの平均値}}{\text{試料油のタッピングエネルギーの平均値}}$$

表 3 タッピング試験の試料油

試料油名	添加剤組み合わせ
A	硫黄系極圧剤 a + 油性剤 a
B	硫黄系極圧剤 b + 油性剤 a
C	硫黄系極圧剤 c + 油性剤 b
旧品	硫黄系極圧剤 b + 油性剤 c

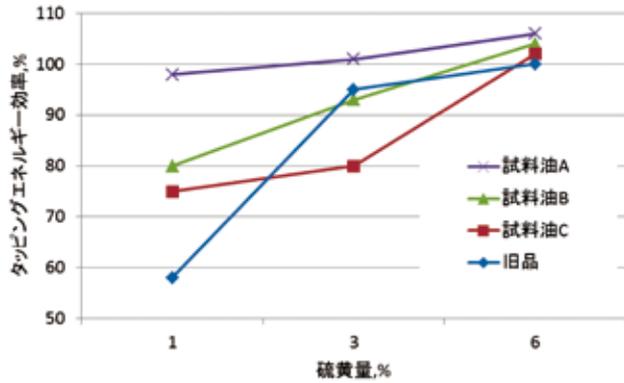


図6 タッピング試験結果 (硫黄系極圧剤の検討)

続いて、更なる加工性能向上を目指し、工具摩耗の抑制効果を持つ摩擦調整剤の検討を行った。図7にZn系とP系の摩擦調整剤の選定結果を示す。表3に示す試料油Aに各種摩擦調整剤を1%添加した試料油を用いてタッピング試験を実施した。なお、比較油として、ユニカットテラミシリーズで使用した摩擦調整剤を用いた。その結果Zn系aが最も良好な加工性能を有することが確認でき、旧摩擦調整剤添加品と比較して大幅な加工性能の向上を達成した。

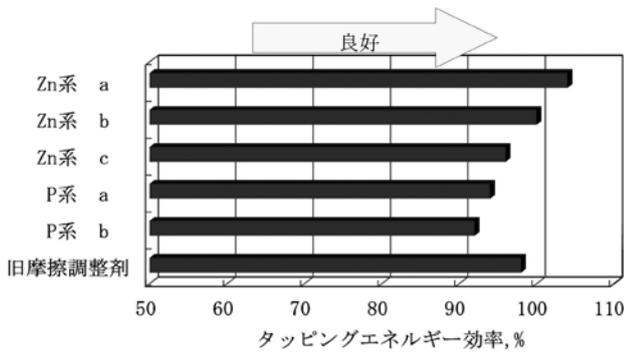


図7 タッピング試験結果 (摩擦調整剤の検討)

以上のことより、各種添加剤を選定し、リライアカットシリーズの基本処方方を構築した。図8にリライアカットシリーズの不活性硫黄タイプおよび活性硫黄タイプと自社旧品および他社同等品とのタッピング試験結果の一例を示す。それぞれ、大幅な加工性能の向上が確認できた。

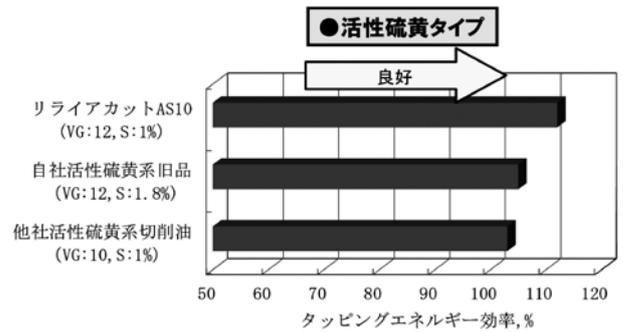
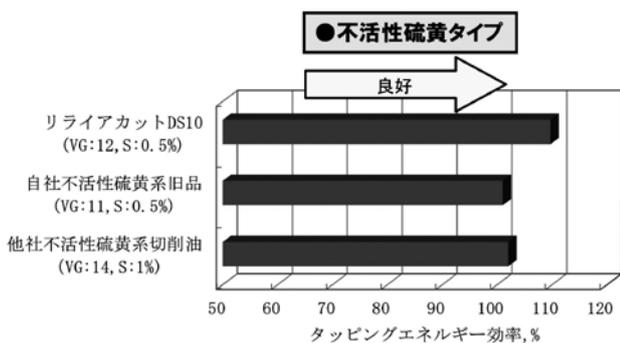


図8 タッピング試験結果 (自社旧品および他社市販品との比較)

### 3.3 高引火点化

2002年6月1日に消防法が改正され、250℃以上の引火点を有するものは可燃性液体類に分類されることとなり、従来は第4石油類であった潤滑油の一部が危険物指定から外れることとなった。危険物の貯蔵に関しては、引火点に応じて指定数量が定められていることから、潤滑油の高引火点化を要求する企業は増加傾向にある。

一般的に、潤滑油を高引火点化するには、粘度の高い鉱油や菜種油などの植物油、合成エステル油などを使用する必要がある。しかし、切削油においては、油剤の加工点への侵入性、および被削材や切りくずに付着して持ち出される油量を低減させるとの観点から、低粘度品が望ましく、粘度の高い鉱油は使用しにくい。さらに、植物油は酸化安定性が悪く、劣化するとべたつき、固着を生じることや油剤寿命の観点からも望ましくない<sup>5)</sup>。リライアカットDE,DE-Pシリーズは特殊な合成エステル油を使用することにより、低粘度でありながら、高い引火点 (DE10は200℃以上の第4石油類、DE-P15,25は250℃以上の可燃性液体類)を有することが可能となった。

さらに、切削油で多く用いられている硫黄系極圧剤は一般に引火点が低いので、それらを添加した切削油の引火点は大幅に低下する。リライアカットDE,DE-Pシリーズでは、引火点の高い特殊な極圧剤を添加することにより、引火点の低下を防ぎながら極圧性能を向上させることに成功した。図9に、タッピング試験における切削性能評価結果を示す。リライアカットDE,DE-Pシリーズは他社非危険物対応油よりも良好な切削性能を示しており、また硫黄系極圧剤の添加量が多い鉱油系切削油(硫黄量対比2倍)よりも高い切削性能を示すことがわかった。これは、リライアカットDE,DE-Pシリーズの基油である合成エステル油自身が高い切削性能を有しており、なおかつ効果の高い極圧剤を組み合わせることによるものと考えている。

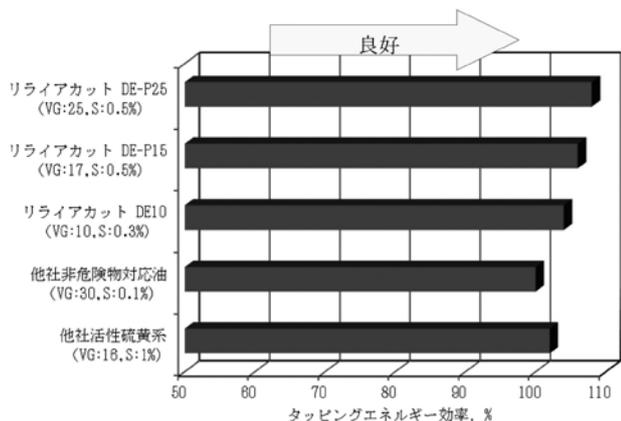


図9 タッピング試験結果 (非危険物対応油比較)

4. リライアカットシリーズの実用性能

リライアカットシリーズの市場での実用性能評価結果について紹介する。

4.1 自動盤加工向け適用事例 (自動車部品メーカー A)

リライアカット DY30 をステンレス鋼の自動盤加工へ適用すべく検討を行った。評価方法として、実ラインで使用して加工された製品を無作為に 30 個抽出し、加工後の表面状態を確認した。評価結果を表 4 に示す。面粗度の改善が確認され、また、アンチミスト性能についても良好な結果が得られている。さらに、A 社関連会社で使用されている塩素系切削油 (Cl:12%) の代替品として検討され、現在順調に切替えを進めている。

表 4 A 社における切削性能評価結果

製品部位	リライアカット DY30		他社不活性硫黄系切削油	
	内径	外径	内径	外径
製品	表面精度	問題なし	問題なし	問題なし
	面粗度 (Ra)	2.7	2.7	3.2
アンチミスト性	大幅に改善された		浮遊ミストが確認できる	

切削条件 工作機械：自動盤、被削材：ステンレス鋼、工具：超硬チップ

4.2 研磨加工向け適用事例 (自動車部品メーカー B)

リライアカット AH10 をステンレス鋼の研磨加工へ適用すべく検討を行った。評価方法として、製品の表面精度と面粗度、および工具の摩耗状態を確認した。評価結果を表 5 に示す。表面精度と工具の摩耗状態は従来品と同等であるが、面粗度の改善が確認された。また、アンチミスト性能についても良好な結果が得られたことから、リライアカット AH10 への切り替えとなった。

表 5 B 社における切削性能評価結果

		リライアカット AH10	他社活性硫黄系切削油
製品部位		バルブ外径	
製品	表面精度	問題なし	問題なし
	面粗度 (Ra)	0.47	0.53
工具	工具摩耗	問題なし	問題なし
アンチミスト性		大幅に改善された	浮遊ミストが確認できる

切削条件 工作機械：研削盤、被削材：ステンレス鋼 (SUS403)、工具：超硬

4.3 高引火点油の適用事例 (油圧機器製造メーカー C)

炭素鋼、ステンレス鋼の自動盤加工用として、第 3 石油類である活性硫黄系切削油を使用していた。しかし、設備増強によって切削油使用量が増加し、危険物の指定数量を超える可能性が出てきたため、可燃性液体類の検討が必要となった。評価方法として、実ラインでの工具一本当りの加工個数にて確認した。結果を表 6 に示す。リライアカット DE-P25 は他社の非危険物対応切削油 A,B と比較し、良好な工具寿命を達成し、また、従来品である活性硫黄系切削油以上の工具寿命が確認された。更に、肌荒れおよび臭気についても良好な結果となった。非危険物対応としてだけでなく、大幅な工具寿命の延長が可能な切削油として、工場全体での切替えが進められている。

表 6 C 社における切削性能評価結果

候補油	引火点(℃)	肌荒れ	臭気	切削性(工具寿命)
リライアカット DE-P25	>250	良好	良好	1600 穴以上 (更なる延長可能)
他社活性硫黄系	>70	良好	あり	1600 穴
他社非危険物対応A	>250	あり	良好	300 穴
他社非危険物対応B	>250	-	-	400 穴

切削条件 工作機械：自動盤、被削材：炭素鋼、ステンレス鋼、工具：超硬

5. まとめ

切削油は高い加工性能や工具寿命延長に加え、二次性能として、アンチミスト性、低臭気性、更には高引火点化等の各種性能が要求される。リライアカットシリーズは、これらの要求性能を高いレベルで満足するラインアップを取りそろえており、今後ますます高まる要求性能に対応可能な切削油である。リライアカットシリーズは国内のものづくりの競争力向上に貢献できる切削油であると考えている。

— 引用文献 —

- 1) R.M.Freestone,Caltex.Lub,24 (1969) 5
- 2) 小松富士夫,若林利明;日石レビュー,36,3,26~32,(1994)
- 3) E.N.Labov,Lub.Eng.,30 (1) 5 (1974)
- 4) T.Wakabayashi,Lub.Eng.,46 (11) 715 (1990)
- 5) 須田聡,トライボロジスト,Vo.47,No.7,550~556,(2002)