

報 文 2

水置換性を強化した長期さび止め油 「アンチラストテラミLS-W」の開発

中央技術研究所 潤滑油研究所 機械・加工・基油グループ よしだ こういち
吉田 公一



1. はじめに

ものづくりは、ひとつの部品を作ることから始まる。そして、それらが組み立てられて私たちが目にする商品になる。様々な金属部品（本稿では主として鉄系素材を扱う）の製造では、加工後に保管や出荷などが行われる。その間にさびが発生すると強度が損なわれて部品の機能が損なわれたり、外観を損なったりして商品の価値が低下する。そのため、加工後に適切なさび止め処理を行って商品価値を守らなければならない。

さび止め処理でさびを防ぐためには、適切な洗浄をすることと、適切なさび止め油を塗ることの2つの工程が重要である。そのためさび止め油には、それぞれの洗浄対象に適した洗浄油と、長期の保管や出荷期間に適した長期さび止め油が必要となる。

洗浄工程は、加工時に部品に付着する切削油由来の水、切りくずやほこり、指紋（塩素）などを除去する。もし付着物を除去できていないと、その後のさび止め工程で優れたさび止め油を塗布しても残っている付着物が起点になってさびが発生してしまう¹⁾。

このように理想的なさび止め工程には適切な洗浄が欠かせず、いかに適切な洗浄を行うかがさび止め工程の成否を左右する。しかし、製造の現場では、生産効率やコスト、設備面などの制約から「洗浄」と「さび止め」の2つの工程が適切に実施できていない場合も散見される。そこで、そのような状況にも対応すべく、2つの工程の機能を一元化した多機能さび止め油を開発した。

なお、本稿で言う洗浄油とは、洗浄だけでなく短い保管期間または次の作業までにさびが出ないように短期のさび止め性が付与されている洗浄兼中間さび止め油を指す。

2. 開発の背景

さび止め工程の前でよく行われるのが切削加工で、用いられる切削油には水で数十倍に希釈して使用する水溶性切削油と水を含まない不水溶性切削油がある。これらは、冷却性や加工精度などによって使い分けられる。国内においては水溶性、不水溶性切削油の販売量はほぼ同等であるが、水溶性切削油は使用時に水で10～20倍に希釈さ

れるため、切削油としての使用量は水溶性切削油が圧倒的に多い。このことは、次に行われる洗浄工程において水溶性切削油由来の水が洗浄対象になる状況が多いことを示している。

洗浄工程において水を洗浄・除去する性能を水置換性と言う。この性能が高ければ水が容易に除去されるので、水が付着物となる場合に必要な性能である。水置換性の評価はJIS K 2246で規定されており、これに合格できれば水置換性ありとなる。しかし、この試験に合格しても複雑な形状の部品に付着した水を完全に除去できない場合もある。そこで当社では独自の評価法により水置換性を強化した洗浄油アンチラストP-1500やアンチラストテラミSC-Wを商品化している。ただし、これらの商品は水置換性を重視しているため長期にわたるさび止め性はない。以降、本稿では水置換性を強化した洗浄油と同等の性能を高い水置換性と表現する。

一方、長期さび止め油は、さび止め性能向上のためにさび止め添加剤をより多く配合し、また、付着させる油膜を厚くするため粘度を比較的高くしている。当社の代表的な長期さび止め油としては、アンチラストテラミLSやアンチラストテラミLNが挙げられる。

前項で述べた通り、これら2つの目的・工程に適した専用油で処理をすることが基本であるが、2つの目的を併せ持つ商品があれば工程を短縮することができる。そこで、洗浄工程で求められる高い水置換性と、長期さび止め性を併せ持つ商品の開発に取り組んだ。

3. 試験方法

3.1 水置換試験

JIS K 2246で規定されている試験法があるが、高い水置換性を評価するため、当社では独自の水置換試験を実施している。図1に示す通り、網かごに加工部品に見立てた鋼球を入れて、青色に着色した水に浸漬させて鋼球に水を付着させる。それをそれぞれの試験油に静かに入れ、所定時間に落下した水の量と、強制的に振り落した水の量すなわち全量を計測して、その比から水置換率を算出する。図1で左の容器の油剤は一般的な洗浄油、右の容器は高い水置換性を有するアンチラストテラミSC-Wである。

アンチラストテラミ SC-W では、すばやく、容易に水置換が行われて水が落下している。60秒後では、一般的な洗浄油の水置換率は0%、アンチラストテラミ SC-W では95%になる。

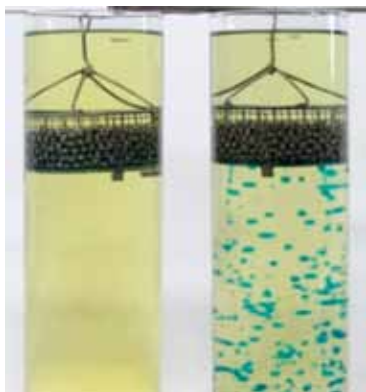


図1 水置換評価の外観

(左:一般的な洗浄兼さび止め油、右:アンチラストテラミSC-W)

3.2 さび止め試験

長期さび止め性は、JIS K 2246で規定されている中性塩水噴霧試験と湿潤試験で評価した。中性塩水噴霧試験は、温度35℃で、5重量%濃度の塩水を霧状に噴霧して、試験油を塗布した試験用鋼板に吹きかけ、経過時間でさびの発生度合いを調べる加速試験方法である。非常に過酷な加速試験であるがゆえに、比較的短時間(数日単位)で評価できる。一方、湿潤試験は温度49℃で精製水を蒸気にして湿度を95%以上とし、そこに試験油を塗布した試験用鋼板を設置して、経過時間でさびの発生度合いを調べる加速試験方法である。中性塩水噴霧試験に比べて過酷度が低いので長期さび止め油の評価をするには長時間(1か月以上)を必要とする。今回の開発では比較的短時間で評価できる中性塩水噴霧試験を主な評価法として用いた。

3.3 貯蔵安定性試験

0℃、25℃(室温)、60℃の環境でそれぞれ静置し、4週間変化がないことで合格となる。これにより、出荷先での保管状況を低温から高温まで想定して変化がないこと、つまり品質の安定性を確認することができる。

3.4 水接触耐久試験

試験油と精製水を1:1で完全に混合(層分離がない状態)するように9時間攪拌し続ける。その後、攪拌を止めて15時間静置して、油剤と水を分離させる。この24時間のサイクルを5サイクル連続で実施した。なお、精製水は1サイクルごとに入れ替える。このサイクルが終わった後の試験油で水置換試験とさび止め試験を実施して、サイクル

試験前後の結果を比較する。これにより水と接触した際の油剤の性能変化を確認した。

4. 開発目標

表1に開発目標をまとめた。水置換性は、アンチラストテラミ SC-W と同等の水置換率95%以上とした。さび止め性は、長期さび止め油のアンチラストテラミ LN と同等になる中性塩水噴霧試験で24時間さびなしを目標にした。また、長期保管における品質の安定性に問題がないことも必要である。さらに、水と多量に接触する影響を考慮しておく必要があるため、水接触耐久性も求められる。そして、さび止め油に求められる物理性状に問題がないことも必要である。

加えて、本開発油は環境対応型さび止め油であるアンチラストテラミシリーズとするので、これまで一般的によく使用されているバリウム系添加剤を配合しない添加剤構成とする。なお、特定のバリウム化合物は人への影響が危惧されているため、欧米など一部地域(国・州)では規制を強化する動きがある。また、輸出型産業では自主的にバリウム系添加剤を配合したさび止め油の使用を制限するなどの動きが見受けられている。国内においては現在のところさび止め油に使用されるバリウム系添加剤の規制は行われていないが、バリウム化合物を用いていないことで上記のような規制地域(国)への輸出においても安心して使用できるとともに、後に規制が強化されるような場合でも継続して使用可能になる²⁻⁴⁾。

表1 開発目標

| 試験法 | | 目標値 |
|----------|------------|----------|
| 水置換試験 | JX 法 | 95%以上 |
| 中性塩水噴霧試験 | JIS K 2246 | 24時間さびなし |
| 貯蔵試験 | JX 法 | 問題なし |
| 水接触耐久試験 | - | 問題なし |

5. 開発

5.1 水置換添加剤の最適添加量

水置換添加剤であるアミン系添加剤の最適添加量の検討を実施した。図2に示す通り、一定量以上の添加により水置換性能の目標を達成することができるが、さらに同添加剤は、多量の水が混入した際の油剤の乳化を抑制する効果も有していることが判明した。そのため、添加量は両性能を満足し得る値に設定した。

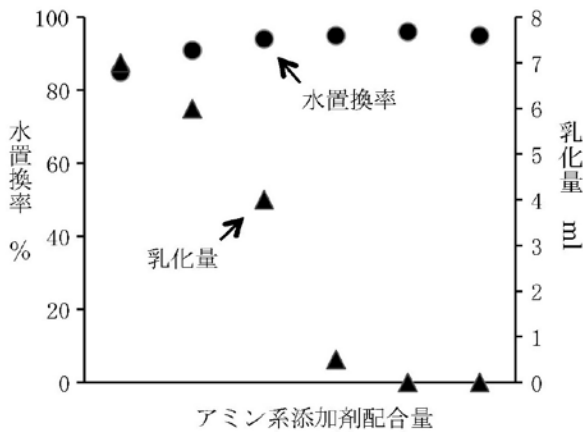


図2 アミン系添加剤による水置換性と乳化抑制

5.2 さび止め添加剤の検討

さび止め添加剤はバリウム系添加剤以外から、使用実績の乏しいものも含めて広範囲に評価した。また、水と多量に接触することが想定されるため、加水分解安定性や抗乳化性も評価に加え、さび止め添加剤の候補を絞り込んだ。候補となったさび止め添加剤と水置換添加剤であるアミン系添加剤、さらにさび止め性に寄与する補助的な添加剤も加えて、試作油の処方を組み上げた。各試作油で中性塩水噴霧試験や長期保管の指標になる貯蔵安定性試験を実施した。結果の一部を表2に示す。試作油 No.4 (さび止め剤添加剤 D 処方) は長期さび止め性、貯蔵安定性のいずれも良好となることを見出した。

表2 さび止め添加剤の検討

| 試作油 No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|------|------|------|------|------|
| さび止め添加剤 | 添加剤A | 添加剤B | 添加剤C | 添加剤D | 添加剤E |
| 中性塩水噴霧試験 さび止め性 | ○ | ○ | △ | ○ | △ |
| 貯蔵試験 貯蔵安定性 | × | △ | ○ | ○ | △ |
| 総合判定 | △ | ○ | ○ | ◎ | △ |

さび止め性 ○:24時間さびなし △:24時間以内にさびが発生
 貯蔵安定性 ○:沈殿・くもりなし △:わずかにくもり
 ×:沈殿あり

5.3 最終候補油の評価

図3、4に開発油のさび止め性と水置換性の評価結果を示す。開発油は高い水置換性を有するアンチラストテラミ SC-W と同等の水置換性を示し、長期さび止め油であるアンチラストテラミ LN と同等のさび止め性を示した。これにより開発油は2つの特性を併せ持つことを確認した。

さらに、多量の水と頻繁に接触する使用現場を想定して水接触耐久試験を行った。サイクル試験後の開発油で水置換試験と中性塩水噴霧試験を実施したところ、新油

と同等の結果を得た。このことより、多量の水との接触を繰り返しても性能に変化がなく、水接触耐久性があることを確認した。

以上より、バリウム系添加剤を使用せず、高い水置換性と長期さび止め性を併せ持つさび止め油を開発した。この開発油は「アンチラストテラミ LS-W」として2013年3月に発売した。表3にアンチラストテラミ LS-W の代表的な性状・性能を示す。

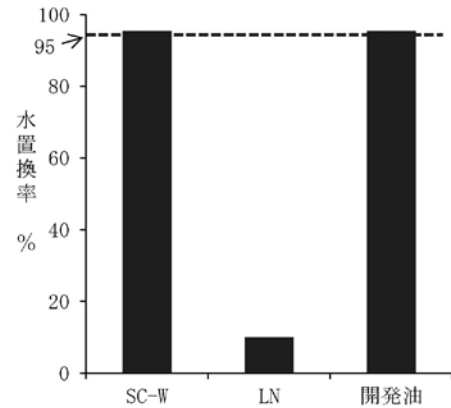


図3 水置換試験 (JX法)

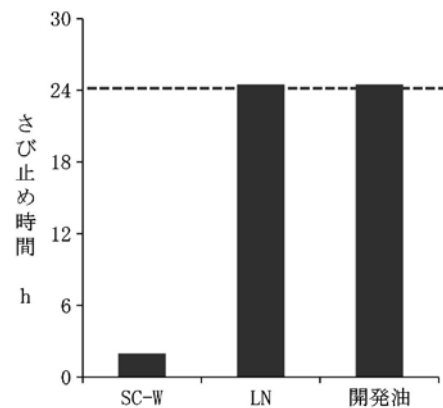


図4 中性塩水噴霧試験 (JIS K 2246)

表3 代表性状

| | | アンチラストテラミ LS-W |
|------------|------------|-----------------------|
| 動粘度 40℃ | JIS K 2283 | 4.2mm ² /s |
| 引火点 (PM 法) | JIS K 2265 | 85℃ |
| 色 (ASTM) | JIS K 2580 | L2.0 |
| 水置換試験 | JIS K 2246 | さび、肌荒れ及び汚れが認められない |
| 水置換試験 | JX 法 | 95%以上 |
| 中性塩水噴霧試験 | JIS K 2246 | 24時間以上さびなし |
| 湿潤試験 | JIS K 2246 | 1,200時間以上さびなし |

6. おわりに

冒頭に記したように、さびを防ぐには十分な洗浄つまり水置換とさび止めの2つの工程が必要である。しかし、物理的、コスト的な制約でこれらが行えないお客様ではさび発生に苦慮している場合が散見される。アンチラストテラミ LS-W は、そのような場合に使用いただくことにより、水置換と長期さび止めを一度にできる新たなコンセプトを有したさび止め油である。

また、これまで十分な水置換、さび止めを実施できていたお客様においても、アンチラストテラミ LS-W を使用することにより、使用する油剤を統合して管理コストを軽減できる、工程を削減できるといったメリットが得られると考えている。今後、日本のものづくりを支える新技術として広く発信していきたい。

— 参考文献 —

- 1) 本山忠昭；第 27 回 防錆防食技術発表大会 講演予稿集「さび止め油に関するトラブル事例」, 169 (2007)
- 2) 松崎幸雄；防錆管理 VOL.50, No.3, 88 (2006)
- 3) Emergency Planning & Community Right-to-Know Act (EPCRA)
- 4) 中道治；NSK Technical Journal No.672, 46 (2001)
- 5) 本山忠昭、柴田潤一；第 26 回 防錆防食技術発表大会 講演予稿集「環境に配慮した指紋除去形さび止め油の開発」, 145 (2006)