

Topics for Your Update

Machinery
Lubrication

2010

**Vol.12 現場のメンテナンスと
粘度計測**

Achieving Better On-site Maintenance

著者：Paul Froome (Kittiwake) 翻訳：稲子みどり (コンパス・トゥーワン)
Tel. 03-5609-9829 midori@compass21.jp

現場のメンテナンス担当者は、定例のオイルサンプリング（燃料、潤滑油、作動油など）の実施によって、時間の経過とともに変化する供用油の状態や性能を評価している。サンプリングと適切な検査によって、機械の稼働状況と実績を最大限に引き上げる極めて重要な調整を行うことができる。

オイル性状の監視に重要な一要素として、粘度がある。この管理と制御は、日常の機械の稼働要求に合致すべき、最も本質的なものである。

潤滑の主たる目的は、流体膜あるいは流体潤滑として知られる状態を作り出すことにある。これは、潤滑膜によって完全に分離された潤滑状態にあるしゅう動部の理想的な状態である。粘度は、個々のオイル固有の最も重要な特性の指標であり、あらゆるしゅう動接触におけるオイルの流動抵抗や、荷重移動容量を決定するのが粘度なのだ。

あらゆる機械設備のしゅう動面は、その表面粗さから、理想的な潤滑表面とは言い難く、表面分離に

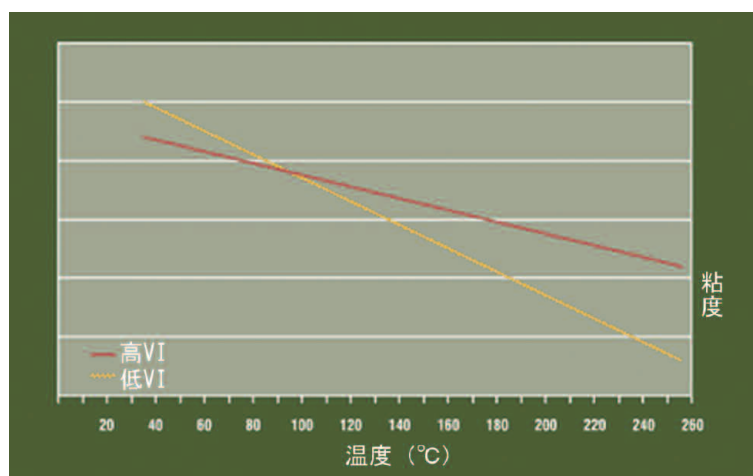
ついては、ひらすら潤滑油とその粘度に依存することになる。適正な油膜厚さは、しゅう動表面の金属接触、スカuffing、マイクロ溶接、摩耗などを防止することができるが、それも適正な粘度あつてのことだ。

粘度とは、流体の流動抵抗の測定値と定義され、動粘度と絶対粘度が用いられる。より一般的に流通しているのは動粘度であり、定義された温度、容量でキャピラリ管の中を流れるために要する時間の計測によって判定される。

動粘度の単位としては、通常cSt（センチストークス）が用いられることが多い。同等の単位（SI単位）は mm^2/s である。絶対粘度は通常、回転スピンドル粘度計で計測され、単位は通常cP（センチポイズ）が用いられる。同等の単位（SI単位）は $\text{mPa}\cdot\text{s}$ である。

粘度の比較

粘度は、様々な外部要因に影響され、変化する。



	ISO 32*	ISO 46*	SAE 30	SAE 40	ISO 220*
40℃における動粘度	28.8~35.2	41.4~50.6	80~130	120~185	198~242
100℃における動粘度	3.9~5.5	6.2~7.0	10.1~12.5	12.5~16.3	17.5~20
*おおよその粘度 (mm^2/s) 粘度指数95の鉱油					

表1 粘度と温度の相関

最大かつ直接的な要因は、機械稼働時の温度変化であり、潤滑剤は、温度の上昇につれて粘度が低下し、温度の下降につれ増加する。

温度に相関した粘度の増加と下降は、粘度指数(VI)に依存している。粘度指数は、温度とともに変わる流体の粘度変化の尺度である。粘度指数が高いオイルは粘度低下の度合いが小さく、より低い粘度指数のオイルの方が、温度上昇に対し顕著に変化する。表1に、ISOやSAEによって分類される一般的な粘度と温度の相関関係を示す。

表中の名称に示される数字は、粘度の平均値だ。つまり、40°CにおけるISO32オイルの粘度平均値は、32mm²/sであるということである。エンジン油の等級分類であるSAEは別の概念を採用しており、一般的に粘度に関する限りは、SAE30はISO100と同等であり、SAE40はISO150と同等である。

粘度変化

粘度低下 — 蒸留燃料の侵入

燃料油の侵入は、粘度低下の最も一般的な原因の一つだ。潤滑剤が油膜を保持する能力を失う特定のしきい値を越えると、粘度は著しく低下する。燃料油は、機械（例えば漏洩している燃料ポンプ、インジェクター、ディーゼルエンジンのシールなど）内部の機械的な不具合によって起こる傾向がある。粘度低下は、不適切なオイルの補給によっても起こることがある。

海洋用途の補助発電機の油溜めの中で、30%ものレベルの蒸留ディーゼル燃料油の汚染を見つけることは珍しくない。これに関連する安全性確保の点でも問題がある。典型的な粘度の海洋用途の軽油によるこのレベルの汚染は、40°Cで約100mm²/sのSAE30グレードの粘度を、容易に30mm²/sまで減少させ得

る。これは、典型的な10Wのディーゼルエンジン油より粘度が低い。油膜を薄化し、甚大な機械的損傷を生じるのに十分な要因となってしまう。

せん断低下

潤滑剤のせん断低下は、粘度の急激な低下の要因の一つだ。せん断低下の尺度は、粘度指数の高いほとんどのマルチグレード油に使われている粘度指数向上剤（ポリマー添加剤）の劣化を表すために用いられる。

これらのポリマー添加剤は、例えば、国際間貿易などに用いられる大型船上の機器設備や、寒冷な気候に適応した屋外油圧システムなどに向けて開発された油圧作動油に、よく用いられている。これらは、寒冷地だけでなく、熱帯の気候にも適応するよう調整されており、粘度変化の傾向を抑制することができる。

しかし、これら粘度指数向上剤のポリマー添加剤を含むオイルは、積載された油圧システムのような機械と正しく適合させなければならない。システムは数時間の稼働時間において、二つのISO粘度等級と同程度に粘度指数が改善されたオイルを還元することになるだろう。これは、これらのシステムが、多くの異なる機械構成要素によって成り立っており、それぞれのオイル（そして、ポリマー添加剤）が、それぞれの状況に応じてせん断状況を作り出しているからである。

粘度増加 — 汚染

粘度増加は一般的に、すす、あるいはその他の燃焼起因の不溶解生成物、オイルの酸化や燃料油の侵入などによって起こる。

通常の機械状態においては、監視プログラムやメ

メンテナンス計画が固守されるならば、こういった問題は大いに減らされる。しかし、高出力・高荷重の現代のエンジンの中には、オイルに侵入してくる非溶解物の総量は、正常稼働状況下に見られるものよりもはるかに多い。これらの環境下において、オイル寿命はかなり減らされることになるが、日常のオイル検査、適正なメンテナンス間隔、良好なハウスキューピングを用いることで、問題は最小化される。

クロスヘッド型ディーゼルエンジンのシステムにおいては、粘度増加はおそらく燃料油汚染や、シリンダー油のドレン管から漏れるオイルが、油溜めに入り込むなどが原因となっているのかもしれない。このような状況は、塩基価（BN）を傾向管理する（シリンダー油のBNが高くなるのを見る）ことで容易に同定できる。これは同時に、粘度増加も伴う。

潤滑剤の混合

潤滑剤は、航海中の船上のオイル供給や、配送段階で、不適切に混合されてしまうことが多い。異なるオイルの混合は、供用油を使えなくするレベルまで、粘度を変化させる場合がある。機器設備のもとに配送されたオイルが注文された製品であること、そして、それが正しく供用されることを慎重に確認することが重要である。潤滑剤の船上移送は、潤滑剤の貯蔵、移送、供給システムについての十分な知識を持った担当者によって実施されなければならない。

粘度の計測法

燃料油の粘度の知識は、船舶用途において極めて重要である。例えば、以下などが、求められる知識の対象となる。

1. 配送された燃料が、正しい等級であるかを確認する

2. 燃焼性能を計算する

3. 燃料搬送システムや、インジェクションシステムの適正な調整を確実にする

燃料の粘度は、燃料の品質そのものの指標ではないが、例えば燃料を注文して船に積み込むとき、特に古い船の場合、粘度は当然ながら重要な情報となる。船の燃料処理工場は、燃料の粘度をエンジン・インジェクションにふさわしいレベルに合わせる加熱処理能力において、限定されているからだ。特定の機器を正しく使って検査することで、オイルの粘度を確実に把握すべきだ。

以下に紹介するKittiwake社の簡易粘度測定機器は、これらの一例である。厳しい海洋用途や産業用途の環境範囲内で使用するために設計されたこれらの機器は、ディーゼルエンジン、ガスタービン、ギヤボックス、油圧システムや燃料油を含む多種多様な用途に適している。

これらの粘度検査は、基本的に次の段階の精密な分析を実施するため、分析ラボに送るか送らないかを判断する手法の中の一つである。機器ごとの概要を、表2にまとめた。

加熱式粘度計・非加熱式粘度計

粘度は、粘度計によって計測され、定義されたオリフィスやキャピラリ管を通した一定量のオイルが流れる時間によって判定される。粘度計の中の油量（その結果としてヘッド圧）は制御されているため、低密度のオイルは、同等の絶対粘度を有する高密度のオイルよりも、オリフィスを貫通する時間が長い。これが、動粘度が絶対粘度より、一般的に使われる理由だ。動粘度は、絶対粘度の値を密度で割った値である。

表2 現場で使える粘度検査機器

粘度計速器の種類	適用先	計測精度	計測時間
Viscostick	潤滑油のみ	高くない（合否判定に限定）	1～3分*
Viscotube	潤滑油、重油（加熱）	中程度（無料ソフトを活用）	1～10分*
加熱式粘度計	潤滑油、燃料油	高い（分析ラボの結果と相関）	3～10分*（30秒ごとに繰り返し）



写真左・下：Viscotube



Viscotubeは、油圧作動油、潤滑システム、燃料のための簡易検査システムである。軽く、使用が簡単であり、膨大な数の試験数に対し、許容値～中程度の精度で計測可能である。標準の計測単位は40°C（cSt）で、Viscotubeと共に、後付の粘度計算ソフトにかけて結果を出すこともできる。0.5kgと軽量なので、工場、現場または船中において、容易にサンプリングポイントまで搬送することができる。

写真左：Viscostick 写真右：過熱式粘度計



ECONの名称で知られる現場の簡易検査キットセットには、粘度計測用のECON Viscosityシリーズがある。キットに含まれているViscostickは、二つの溝に新油と使用油を落とし、傾斜をさせることで流れの差を観察する。これにより、使用油の合否結果を確認するのに適している。

ViscometerとViscotubeは、オイルの状態に関する知識を持つエンジニアが、結果を容

易に解釈できるように、cSt単位で直接計測結果を表示するよう設計されている。

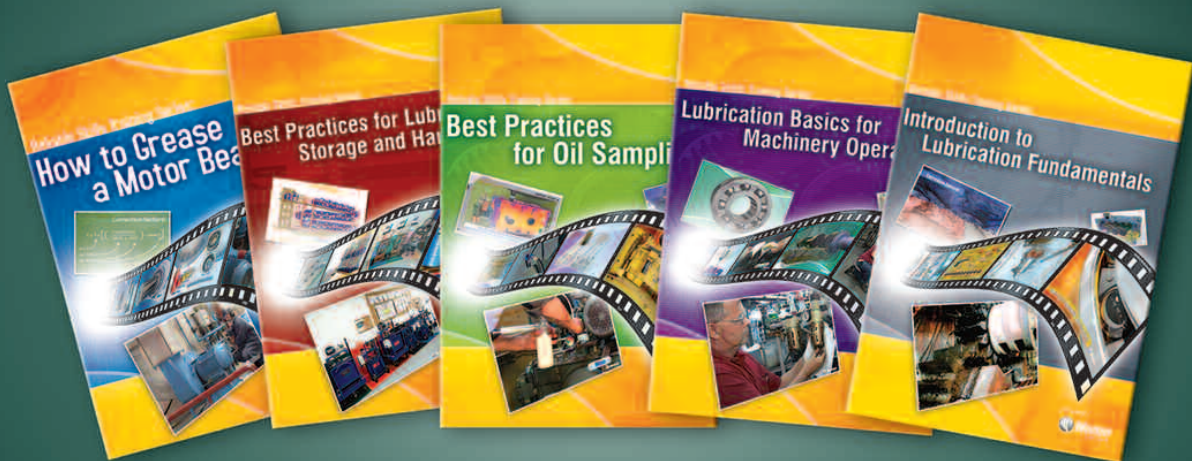
現場の状態監視

エンジニアやメンテナンス関連の担当者が、継続的なオイルの粘度チェックを頻繁に実施することにより、機械の摩耗は減少し、機械の稼働効率は改善

され、無駄な出費とリスクは最小化されていく。定例の粘度分析は、広範にオイルの状態監視プログラムの一部分を占めるだけでなく、オイルと機械状態監視の担当者間の知識を高めるのを促進する。これは最終的には、企業の操業戦略の価値を高めることにもつながるのだ。 **ML**

Lubrication Skills Training ... On Television!

Offer standardized training to your team with Noria's affordable DVD training.



New 企業向け大規模サーバーフォーマットに対応しています。

従来の集合研修型セミナーに加え、インターネットを活用したe-ラーニング・セミナーのニーズが広がっています。ノリアの潤滑管理ビデオシリーズは、e-ラーニング教材を管理する世界的な規格SCORM(スコーム)に準拠。教材の配信や、成績管理などの付加機能に対応し、効率的な教育プログラムをサポートしています。

DVD、e-ラーニングの詳細は… www.noria.com/secure or Tel. +1-800-597-5460 内線 104

