

連載

トライボロジーにとりつかれた男の遊油ぶらぶらトーク③

ぶらぶらトーク最終回、質問への回答

(株)クリーンテック工業 佐々木 徹

筆者が長年追い求めてきた研究テーマは、目には見えない油の酸化変質物という分子がしゅう動面に吸着してつくる境界潤滑膜が機械の動きに与える影響である。数分子層の吸着分子膜がしゅう動面を固着させ、摩擦に影響を与えはじめる。20層程度の膜厚ではまだ目に見えないが、吸着膜層が非常に厚くなると金属表面はチョコレート色に着色し、しゅう動面を強く固着させるようになる。研究には思い込みは厳禁で、客観性がなければならない。データをもとに見えない分子膜がつくる摩擦のメカニズムを考察する場合、方法は2つある。その1つは分子膜を客体として突き放し距離をおく方法。もう1つは自分が分子膜と一体となって対話をしながら進めていく方法である。どちらの方法をとるべきか、おおいに悩んだ。そのときに読んだのが『日本の弓術』⁽¹⁾と『笈の小文』⁽²⁾であった。その結果、分子膜と一体となって分子膜と対話をする方を選んだ。

『日本の弓術』の著者であるオイゲン・ヘリゲルはドイツの哲学者で、1924年に来日して5年間東北帝国大学で哲学等を教えた。その間、日本弓道の第一人者であった阿波研造範士から弓道を学んだ。この本は、ヘリゲルが帰国後の1936年にベルリンの日独協会で、5年間の修行で弓道の極意を会得し、5段の免許を受けるまでの過程を講演した原稿の翻訳である。最初、ヘリゲルは「弓は的を射るスポーツ」と考えていたため、的を狙って射抜こうとしていた。しかし阿波先生は「弓道とは的を射抜くものではない。弓を通して道を極めるものである。無念無想になって、的・矢・射手が一体となれば自由自在に的を射ることができる」

と説かれた。西洋人は主体と客体を分けて考える。「射手という主体」と「的という客体」とは完全に別のものであり、距離も離れている。それが一体になるということは、哲学者のヘリゲルにも理解できなかった。彼は阿波先生に不信感さえ抱くようになった。不信感はその極に達したとき、阿波先生はヘリゲルを真暗な道場に連れて行き、的のそばに火をつけた蚊取線香を置いてヘリゲルを立たせた。道場の他端に立った先生から線香の光はほとんど見えなかった。先生の第一矢が的に当たった。続いて第二の矢が当たった。先生に促されてヘリゲルは的を調べた。第一の矢は的の真中を射抜き、第二の矢は第一の矢を2つに割いていた。

先生は「この暗さで的を狙うことができるか考えてごらんさい。これでもあなたは狙わずには中てられないと言ひ張るのですか」と言われた。これ以来、ヘリゲルは疑うことも尋ねることもきっぱり諦めた。そうして彼は無心になることを悟った。「悟りの境地になったとき、射手が仏陀と一体になり、矢は有と非有の不動の中心である的の中心にあることになり、矢は中心にあり、矢は中心から出て中心に入る。だから的を狙わずに自分自身と仏陀と的を同時に射中てることができる」という先生の説明を理解できたという。これは松尾芭蕉が『笈の小文』(卯辰紀行)の中で、俳句の根本精神として述べているものと軌を一にしている。芭蕉はその中で「西行の和歌、宗祇の連歌、雪舟の絵、利休の茶に共通するものは1つである。それは造化(自然)にしたがいて四時を友としている。見るものはすべて花(風雅)でないものはない。造化にあらざる時は夷狄にひとし(目に見えるものに風雅が見

えなければ野蛮人にひとしい)。夷狄を出で鳥獸を離れて、造化にしたがい造化にかえれ(俳句の神髓を理解しようとするれば、鳥獸の境地を離れ、自然の働きに素直にしたがい、自然と一体になれ)」と言っているのと、全く同じである。

西洋文化では主体と客体が分かれていて、主体である研究者や観察者は、客体である対象物を客観的に観察し、研究する。しかし東洋の仏教哲学では、座禅と瞑想で主体と客体を一致させことにより悟りが開け⁽³⁾、見えないものを見ることができるようになるという。

筆者が「ぶらぶらトーク」を書かせていただいて、今回で30回目になります。海外出張の多い筆者にとっては、期日を守ることは大変でした。本文の原稿はすでにたくさん書いてあったから、あまり苦にならなかったが、導入部分に筆者が乱読した本の中から、本文の内容を暗示するものを選ぶのに苦労しました。しかしありがたいことに、毎月筆者が何を書くのか楽しみにしておられる方たちの励ましがあったので30回も続けることができました。その間にお電話等でご質問いただいたときには、その都度お答えしました。国際電話で質問していただいたこともありました。本当にありがたいことでした。なんと言っても、フィルタを使うと火花放電が起こるとい現象はショックだったとみえて、大半のご質問はそれに関するものでした。疑問があっても質問されなかった方がおられると思い、この最終回はご質問にまとめて、回答することにしました。

質問1

フィルタを使うと摩擦電気が起こり、火花放電で油は劣化すると書かれていたので、フィルタに触ってみたが電気を感じなかった。しかし油槽の中で何か光るのを見た。その後、しばらく観察していても見えなかった。これは目の錯覚か、それともフィルタの帯電と関係があるのか？油の中のどこで火花放電が起こるのか？

回答1

この質問には非常に重要ないろいろの問題が含まれていますので、項目を分けて説明します。

(1) 摩擦電気の発生

絶縁物である油とフィルタ・エレメントが摩擦すると、必ず摩擦電気が起こります。これは自然現象です。女性がナイロンのブラシで髪をすくと、髪毛は静電気で逆立ちます。これでは髪型を整えることができない

ので、帯電防止用のスプレーを使います。このように摩擦のあるところでは静電気が起こっています。

(2) 機械やフィルタに触っても電気を感じないこと
機械に触っても電気を感じないのは、機械がアースされているからです。フィルタがパイプ配管されていたり、金属の台の上に置かれているから、フィルタ内で発生した電気はすぐに地中に逃げてしまいます。

(3) 油槽中で火花放電が起こること

油槽の中で何か光ったのを見られたのは、目の錯覚ではないと思います。何故なら、私の論文を読んだ人や「ぶらぶらトーク」を読んだ人が、火花放電を確認していただきました。それだけでなく、ビデオに撮影して下さった方もあります。お声をかけていただいたら、ビデオをお見せします。

(4) 油槽のどこで火花放電が起こるのか

油の中のどこで火花放電が起こるのかのご質問を何度か受けました。油の中に蓄積された電荷が、例えば、パイプの切り口のシャープな先端部で放電するのです。火花放電は一瞬のうちに起こり、次に何時起こるのかわからないので、その場所を特定しにくいのです。その理由は次項で詳しく述べます。

質問2

油槽は金属でできているから、油槽の中に電気は貯まらないのではないのか？

回答2

多くの人から同じような質問を受けました。答えは、油槽の油の中に電気は貯まります。しかしつぎの実験結果を理解すると、答えの正しいことが簡単にわかります。この現象を理解するには下記の2点に注目する必要があります。

(1) 静電気は磁気と違って、プラスの電荷とマイナスの電荷に分かれること

摩擦電気は正と負に分かれます。油に蓄積される電荷はフィルタに蓄積される電荷と反対の極性をもっています。






(2) 尖った部分の電束密度は平坦部の電束密度より高いということ

ある物体に貯まった電荷は、平坦部ではなく尖った部分から放電します。

• 実験と実験結果

フィルタを取り付けた試験ユニットを写真1のようにテフロン台の上に置き、油をポンプで循環させま

第1表 電圧測定部の形状と測定された電圧

測定場所	A	B	C	D	E
測定部形状と測定方向					
ポンプ流量	電圧	電圧	電圧	電圧	電圧
2.6 l/分	50V	100V	50V	3400V	5000V
5.0 l/分	150V	200V	150V	4000V	7500V
7.4 l/分	250V	300V	250V	4500V	10000V

した。流量を3段階に変えて、フィルタやフィルタの取り付け台の5ヶ所(A、B、C、D、E)で電圧を計測しました。その部分の形状と電圧を第1表に示します。これから曲率半径が大きい部分(A、B、C)では電圧は250V~300V以下でしたが、曲率半径が小さい部分(D、E)では電圧は4,000V~10,000Vにもなりました。

●実験結果の考察

この実験の結果を考えてみましょう。曲率半径が大きい、すなわち、曲がりが大きく、平坦に近くなればなるほど電束密度が小さくなり、曲率半径が小さくなればなるほど電束密度が大きくなります。油槽の壁面はほぼ平坦ですので、そのような部分は油の中に蓄積した電荷を引き寄せる力が弱く、電荷が逃げにくいからです。油は絶縁物ですから、油の中で電気はほとんど流れません。従って、油槽の壁面から数ミリ離れていると、電荷は逃げられないので、油槽中の油に電荷が貯まります。落雷が起こるとき、地上の突起物の先端からお迎えのコロナ放電が起こると言われています⁽⁴⁾。避雷針の先端が尖っているのはこのためです。これと同様に、油の中に貯まった電気は金属の尖った部分、すなわち、電束密度の大きい部分に向かって放電します。

質問3

火花放電が起こっても油の中には酸化防止剤があるので、油に影響はないと言っている人がいますが本当ですか？

回答3

私は直接そのような話を聞いたことがありません。しかし、間接的にそのような話が耳に入っています。本当にそのようなことを言う人がいるのなら、その根

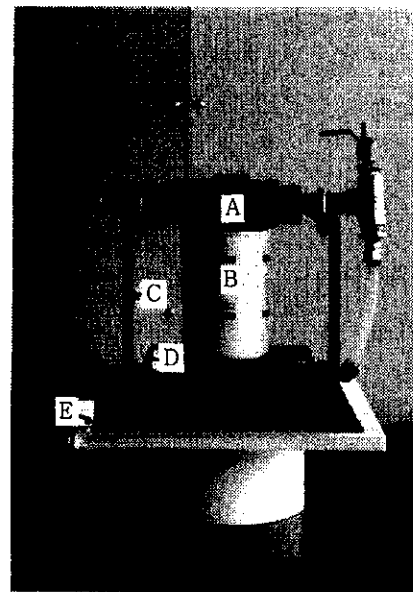
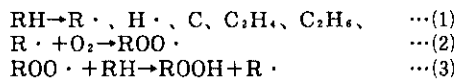


写真1 摩擦電気発生試験のために絶縁されたフィルタと台

拠を聞きたいものですね。

確かに油の中には極く微量の酸化防止剤が入っています。しかし火花放電の温度はどれくらいあるかを考えてみてください。火花放電の実験をしてビデオに撮ってありますが、火花の色はブルーというよりほとんど白色でした。炎の温度と色の関係を理科年表で調べても、千℃から数千℃あります。火花放電により高速で放出される電子の温度は1~2万℃にもなります⁽⁵⁾。火花放電の例でよく知られているのは放電加工機です。放電加工中のコロナ放電温度は1万℃以上だといわれています。高温に強いチタン合金が航空機のタービンブレードに使われていますが、その穴あけ等の加工にも放電加工機が使われています。千℃でも通常の化学製品は耐えられないのに、コロナ放電の1万℃以上



第1図

という高温電子に直撃されたら酸化防止剤は分解します。もちろん油全体の温度がこのように高くなるわけではありません。火花放電の高熱は極小部分にある油の分子をせん断し、第1図のように、カーボン、水素ガス、分子量の小さい炭化水素ガスを発生させます。

そのとき、目には見えないフリーラディカル（ここでは $R\cdot$ や $ROO\cdot$ ）という、分子の手が切れた不安定なものができます。これが油の自動酸化の引き金になります。高温の火花放電の直撃から逃れた油の酸化防止剤はこのフリーラディカルをやっつけてくれて、油の酸化反応を停止させたり、抑制してくれます。火花放電が起こると、通常の使用状態と比べて油中の酸化防止剤の消耗は速くなるので、油メーカーさんがどんな良い油を提供されても、油の寿命は短くなります。油の寿命が短くなるのは油の劣化が促進するからです。

火花放電はめったに起こらないのではないかという疑問が起こるはずです。目に見える火花放電だけを考えると、そうかもしれません。しかし放電は目に見えるものだけでなく、目に見えない、音もしないものがあります。このような放電は「暗流」と呼ばれています⁽⁶⁾。目に見えないし、音もしないので気がつかないだけです。暗流でも高速電子が放出されるのに変わりありません。

質問4

金属フィルタを使用したり、フィルタにアースをとれば油の帯電は起こらないとってフィルタメーカーがアースをとって回っているが、これでこの問題が解決するのでしょうか？

回答4

フィルタのどの部分でアースをとるのか知りませんが、筆者が「ぶらぶらトーク⑤」に「フィルタは油を劣化させる」と書いたとき、摩擦電気の発生さえ否定しておられたところがありました。それを考えると、どこのフィルタ・メーカーか知りませんが、フィルタにアースをとるということは摩擦で静電気が起こることが認められた証拠であり、望ましいことです。フィルタにアースをとるということは発生した電気が貯ま

らないようにする試みです。金属フィルタを使ったり、フィルタにアースをとると問題が解決するようにみえますが、そんなに簡単にいかないのが静電気です。

質問2の回答で、静電気は正と負に分かれるといいました。発生した電荷の一部はフィルタに、他の電荷は油側に分かれます。フィルタに貯まった電荷はフィルタの中で放電を起こし、油に貯まった電荷は油槽の中で火花放電が起こっていました。

フィルタに導電性の材料を使用すると、静電気が貯まらないので、フィルタ内の放電問題は解決するかもしれませんが、油中での火花放電の問題が大きくなります。これは実験すればわかることです。これは「ぶらぶらトーク⑤」に一部書いてありますが、少し詳しく説明します。

(1) フィルタ内で火花放電が起こる問題

金属製のフィルタを使えば、発生した静電気はすぐにアースされるので、短期間の間、この問題は起こりません。しかし油の酸化変質物がすでに油中に存在しておれば、それが金属表面に吸着して、金属表面を絶縁するようになります。絶縁されればそこに帯電が起こります。帯電した静電気は絶縁の弱い部分で火花放電を起こします。実際に油槽から取り出した金属製サクシオン・ストレーナの金網を切って、絶縁性を測定した結果を第2図に示します。

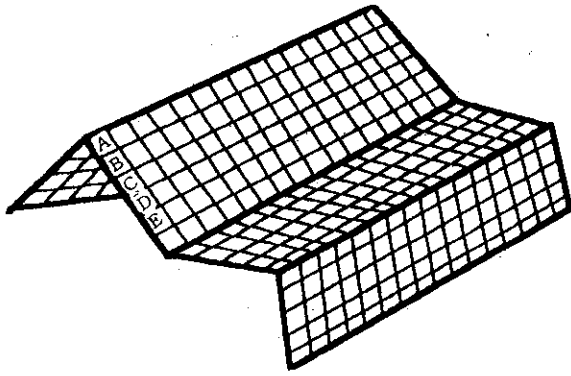
絶縁性の繊維でできたフィルタ・エレメントを使っておれば、絶縁物の上に静電気が帯電するので、アースをとれば絶縁物上に貯まった静電気がアースに向かって放電するのを助けるだけで、これは問題を解決するどころか、問題を増幅します。

この繊維に導電性を持たせたらフィルタに電気が貯まらなくなるので、金属フィルタを使うのと同じ効果が期待できます。

(2) 油槽内で火花放電が起こる問題

この問題は静電気の本質の問題だから、フィルタの繊維に導電性を持たせても解決しないだけでなく、一層悪くなる可能性があります。「何故だ？」という質問が出るはずですので、この問題を少し詳しく説明します。

「ぶらぶらトーク⑤」をお読みいただいた方は、その第2図をご覧ください。お読みいただいてない方は、この第3図をご覧ください。これはフィルタを接地した場合と絶縁した場合の油の帯電電圧を測定したもの



第2図 ストレーナの補強金網を石油エーテルで洗浄後、1000Vを印可して絶縁テスターで測定した絶縁度

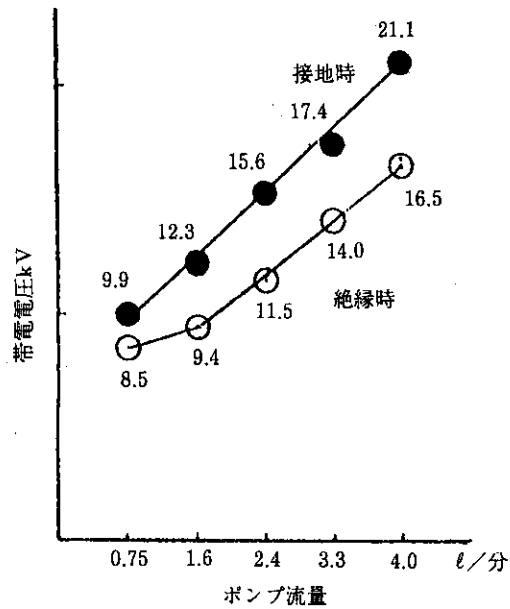
測定場所	測定値														
	∞	2	∞	2	∞	5	0	2	10	2	2	2	2	0	3
A	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	10	5	∞	∞	∞	∞	∞	∞
B	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	5	5	2	10	∞	∞	∞	∞
C	∞	5	∞	∞	∞	∞	0	∞	∞	10	∞	∞	∞	∞	20
D	∞	∞	∞	∞	∞	∞	5	∞	∞	3	0	∞	0	10	∞
E	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

です。

何度も述べますが、油とフィルタの摩擦によって静電気は、正の電荷と負の電荷の2つに別れます。筆者の実験ではフィルタ側にマイナスの電荷が、油にはプラスの電荷がありました。この油の帯電電圧だけを見ると、フィルタを絶縁したときの油の帯電電圧は低く、フィルタを接地したときの電圧の方が高くなりました。これは逆ではないかと考える方がおられるかもしれませんが。筆者もこの実験結果を見たとき、逆ではないかと心配しました。何回実験しても、結果は変わりませんでした。良く考えると、実験結果の方が正しいことがわかりました。それはつぎのように説明できます。

油やフィルタ・エレメントの材料は絶縁物です。絶縁物は電気を流さないだけでなく、電気を貯えることができるので、電気的にはコンデンサーになります。筆者の実験では、分かれた正の電荷が油に、負の電荷がフィルタに移りました。

フィルタを絶縁すると、フィルタにはコンデンサーとして負の電荷が蓄積しました。フィルタは絶縁されているため、コンデンサーになったフィルタはその容量いっぱい電気を貯めることができます。蓄積された電荷の一部はそのまま残っているのではなく、自然減衰（緩和）によって減少しますし、フィルタの容器の尖った角の部分から空気中に放電するものもあります。次からつぎに送られてくる電荷は、常時、減衰分を補給してコンデンサーを満杯にします。コンデンサーが満杯になると、それ以上の電荷を受け取ることができなくなるので、摩擦で発生・分離された余分な負の電荷はその場で油側の正の電荷と中和されます。分離された正電荷の一部は、負の電荷との中和に使われ、



第3図 フィルタ容器を接地した場合と絶縁した場合の油の帯電電圧

その分だけ少なくなります。測定に使用するファラデー・ケージの静電容量 (C)、電荷量 (Q)、電圧 (V) の関係は $Q=CV$ で表されます。実験に使用するファラデー・ケージの静電容量 (C) は一定ですので、この式から電荷量 (Q) が少なくなれば、低い電圧として測定されます。

フィルタを接地すると、フィルタに移った電荷は誘導電気として金属製のフィルタの容器を通過してアースに逃げてしまうので、フィルタというコンデンサーはいつも空の状態にあります。空のコンデンサーは摩擦で発生した負の電荷をすべて受け入れることもできます。そのため分離された正の電荷は、負の電荷との中

和に使われないので、最大限、油といっしょに油槽の方に出ていきます。だからフィルタが接地されているときの油の電荷量(Q)は多く、 $Q=CV$ から、高い電圧(V)として計測されます。

今度は油槽の中の電荷を見ましょう。正の電荷をもった油は油槽という大きな容積のコンデンサーに入ります。油槽の容量は大きいので、それだけたくさんの電荷を蓄積できます。しかし静電気にも寿命があります。これは緩和時間と考えてください。

ある人から「市販の油圧作動油中には、少量の帯電緩和剤が添加されているので、電荷が蓄積されることはない」といわれました。油メーカーの専門家に確かめました。油圧作動油の中には少量の帯電緩和剤が使われているとのことでした。帯電緩和剤は油に少し導電性を持たせて、早く電荷を逃がそうとするものです。このような添加剤の入った油の電荷緩和時間(電荷が $1/e$ になる時間、ただし、 $e=1+1/1!+1/2!+1/3!+\dots+1/n!+\dots=2.71828$)は短く、数秒程度です。

帯電した油を容器に入れて放置しておけば、あまり心配する必要がありません。しかしこれは静的な条件だけであてはまることで、動的な条件でもあてはまるとは限りません。例えば話で考えてみてください。底に小さい穴のあいた空き缶に水を入れてしばらく放置しておくと(静的条件)、水はなくなり缶は空になります。しかし同じ空き缶に底から漏れる量より少し多くの水を注ぎ込むと、缶は何時しか水でいっぱいになります。現実には次から次へと帯電した油(減衰する電荷より多くの電荷)が送り込まれてくるので、油の中に電荷は蓄積されます。電荷が蓄積され、ある限度を超えると放電を起こします。

自然界にはこのような例がたくさんみられます。空の雷雲をみてください。空気は絶縁物ですが、大気と油圧作動油の絶縁破壊強度を考えると、油圧作動油の絶縁破壊強度の方がはるかに大きいことがわかっています。油の絶縁破壊強度が大きいのは油が電子を通し難いからです。すなわち、空気中では自由電子が自由に動ける範囲は大きいですが、油の中では小さい自由電子は大きな油の分子と衝突してあまり遠くへ移動できないからです⁽⁷⁾。雷雲の上部では正の電荷をもった氷粒があり、雷雲の下部には負の電荷をもった水滴があります。雲の粒子の平均直径は0.01mmで、上昇気流の

中で1時間当たり10mの速度で落下しているといわれています⁽⁸⁾。この雲中の粒子の密度と油中の分子の密度を考えると、油の密度の方がはるかに高いのがわかります。密度が高いことから、油が流れているときの油分子の流動摩擦は大気中の雲粒子の流動摩擦より大きいといえます。このような油より導電性の高い大気でも長時間、数十クーロンから数百クーロンもの電荷を貯えて雷を起こします⁽⁹⁾。このように考えると、絶縁性の高い油の中に、ある程度の電荷が貯えられても不思議ではありません。コロナ放電は10万分の1アンペアでも起こるといわれています⁽⁵⁾ので、油槽に貯えられた油の中で火花放電が起こらないことの方が不思議なくらいです。

雷の研究で、正極性雷雲の方が負極性雷雲の半分の最低電界強度値で落雷を起こす(正極性の場合には1m当たり4.5kV、負極性の場合には1m当たり9kV)とされています⁽¹⁰⁾。正極性の雷雲があると地上の突起物に落雷するが、負極性の雷雲では突起物の先端に落雷する確率は50%くらいであるともいわれています⁽¹¹⁾。これは地上(アース側)からの電子が雷雲中の正電荷であるイオンと相殺するように流れるからです。電子と正イオンの大きさを考えると、イオンは電子の10,000倍の大きさがあり、小さい電子の方が早く動くからです⁽¹²⁾。そのため突起物の先端から電子がお迎えのコロナ放電を起こし、落雷を誘発するからであると考えられます⁽¹³⁾。

フィルタの帯電電圧と比べて油の帯電電圧の方が低いにもかかわらず、油槽の中で火花放電が起こっているのを見た人が少なからずあるということは、雷の場合と同様に、油中に正の電荷があると、それに向かって動きやすい電子がパイプの鋭い切り口の先端から飛び出して放電を誘発するからだと考えられます。

質問5

フィルタを使わない方がよいということですか？

回答5

筆者はそのような決め付けをしたことはありません。フィルタも油の汚染管理に役立ってきました。しかし無理して目の小さいフィルタを使ったり、早く浄油しようとして高流速のフィルタを使うと、摩擦帯電が起こり、油に損傷を与える可能性があるという事実を筆者は言っています。このような問題があるということを知り、ユーザーが機械と油を守るという油管

第2表

クラス	100	10	102	103	104	105	106	107	108
重量 (mg)	0.02	0.05	0.10	0.30	0.50	0.70	1.0	2.0	4.0

理の目的に沿った合理的な選択をされればよいわけです。

改めていうことではありませんが、「油管理の目的」は、油中の汚染物を除去することではなく、「機械と油を守る」ことです。浄油は機械と油を守るための一手段にしかすぎません。油を浄化しても守るべき油が損傷を受けて、機械がトラブルを起こすと、本来の油管理の目的に合いません。

弊社のお客様が1994年から95年にかけて、自己責任で37台の大型射出成形機に付いていたフィルタを全部取り払われました。それ以来、静電浄油機だけで油管理が行われており、毎月油の分析レポートを送っていただいておりますが、油圧がトラブルを起こしたという報告はまだありません。油中の油の酸化変質物が除去されたからである。詳細は「ぶらぶらトーク⑨と⑫」をお読みいただきたい。

質問6

「新しい油管理」で粒子カウントに頼るのは危険だと書いておられるが、粒子カウント法は便利でわかりやすい。何か別によい方法があれば教えてほしい？

回答6

「ぶらぶらトーク⑫」で述べましたように、筆者は決して粒子カウント法を否定しているわけではありません。粒子カウントも油の汚染を調べる重要な尺度の1つだということを認めている者の一人です。しかしその尺度の問題点を知る必要があり、それを盲信することなく、その限界を理解して上手に使うことを勧めております。

NAS等級についても、誤解が多いということをはっきりさせなければなりません。例えば、NAS等級というと粒子の数だけで油の汚染度を判断するものだと考えている方があるように見受けられます。油管理のことを書いている人の中に、NAS等級をNASAの規格だと勘違いしている人がおられたのには驚きました。

老婆心ながら、NAS等級について述べます。一般にいわれているNAS等級とはNAS 1638仕様書のことであり、NASはNational Aerospace Standardの略で、米国航空産業協会 (Aerospace Industries As-

sociation of America, Inc.) が版權をもっています。この仕様書は航空宇宙産業の「購入仕様書」(Procurement Specification) の一部であり、タイトルは、「油圧システムに仕様される部品の清浄度要求」(Cleanliness Requirements of Parts Used in Hydraulic System) となっています。この仕様書の適用 (Scope) として、「この仕様書は、保管または組立て前に、油圧システムに使用する部品、組立品、管やホース、取付け部品の内面に付着している油圧油の許容清浄度限界を規定する (This specification establishes the acceptance cleanliness limits of hydraulic fluid wetting internal surfaces of parts, assemblies, lines, and fittings for use in hydraulic systems prior to storage and/or assembly.)」と明記されている。

NAS等級は粒子カウントだけでなく、第2表のような重量法も併記されています。

第2表からわかるように、NAS等級を作成した人たちは、油の清浄度を粒子数だけで判断することの限界を予見していたと考えられます。

ところが、日本ではNAS等級というと、粒子カウントの部分だけが使われており、しかもNAS等級が一般油圧作動油の清浄度規格のように考えられ、本来の目的と違った使い方がされています。ぶらぶらトークの中で何度も述べたように、欧米では本来の趣旨からNAS等級は航空宇宙産業用の規格であり、一般油圧作動油の清浄度の規格はISO Code4406とし、区別して使っています。

筆者はよい規格ならば別の分野に利用しても一向に支障はないと考えています。しかし筆者はASTMのD-2委員会に所属して油分析に関するASTM規格の改定に参加している立場からすると、規格を信用していただくのはありがたいことですが、規格だけが一人歩きをするのはどうかと考えます。

油管理の本来の目的が機械を守ることであり、油の酸化変質物が油圧トラブルの悪役を演じていることがわかれば、5ミクロン以上の固形物だけにこだわらず、

油の酸化変質物を判別する方法を講じるべきだというのが筆者の考えです。残念ながら、ASTMにも油の酸化変質を判別する規格がありません。筆者は将来、規格に採用されることを期待しながら、現在、アメリカでその試みを続けています。その方法というのはメンブラン・フィルタで油をろ過し、その汚染物の色から汚染物を判断する方法です。

この方法はまだ確立されていないので、理解者を対象に実施していますが、この方法はモービル石油が1970年代に開発した超遠心分離法による油中の不溶解分の判定結果と相関関係があり、この値が高いと油圧トラブルの発生が多いことまでわかってきました。1日も早く実用化したいと考えています。

質問7

上司に油管理を提案すると、「しょせん油のリサイクルではないか」と言われます。どのように説明したら理解してもらえますでしょうか。

このまま油管理の仕事押し付けられていて、将来は真っ暗です。

回答7

油のリサイクルと油管理はまったく違います。将来、もっと環境問題が厳しくなるので、油管理は工場管理の中で重要な地位を占めるようになって考えています。

(1) 先ず、油管理は油のリサイクルではないという話からはじめます。

英語の辞書によると「リサイクル」というのは、あるものについて当初の使用目的が終わったら、廃物にしないで手を加えたり、グレードを下げたりして、別の目的や新しい用途に使用することを言います。この定義を油に当てはめると、油のリサイクルも油を抜き取り浄化して、同じ目的に再使用したり、グレードを落として類似の目的に使うこととなるようです。

このようなりサイクルを油管理というのなら「品質管理は不良品を選り分け、不良品を手直して再利用しようとするものだ」というのと同列です。不良品が出たら、それを潰して材料を再利用するのを品質管理といわないのと同様に、抜き取った汚染油を何処かに持ち込んで浄化することを油管理とは云いません。

品質管理は不良品が発生する原因を調査し、そのような要因を予め取り除いて品質にばらつきが起らないようにすることであるのと同様、油管理は、油圧システムにトラブルが起こる原因を調査し、予めその要

因を取り除き、油を常時機械にとって好ましい条件に維持することであるはずで、油圧システムのトラブルは油の汚染に起因するので、油を浄化することだというのは、少し単純すぎます。何故ならば、従来の油管理で考えている油圧トラブルの要因である汚染物は硬い固形物、しかもNAS等級が想定している汚染物は5ミクロン以上の粒子だけです。これでは充分ではない証拠に、1964年にNAS等級が採用されてから35年近く経過するのに、まだ油の汚染物に起因する油圧トラブルはなくなっていないだけでなく、汚染物に敏感なサーボ弁や比例電磁弁が多く使用されるようになって、逆に油圧トラブルが増加の傾向にあります。このことは、油圧トラブルの原因を十分に調査していなかったことを示しています。不十分な調査で構築された油管理は当然見直さなければなりません。そうしなければ確立された品質管理と同列にはなりません。すなわち、油管理はまだまだ遅れているのです。

油管理は工場の経営効率をよくする手段の1つです。企業の経営者は株主が出資したお金を設備に投資したり運転資金にして、良い商品を競争力のあるコストで生産し、それを競争力のある価格で販売して利益をあげ、株主に多くの配当をしたり、会社の株価が高くなって株主がより多くの利益を得られるようにする義務を負っています。

油が汚れたままで機械を使っていると、機械の動きが遅くなったり、機械の精度が低下し、生産性が低くなって不良品の発生が増加します。長期間そのような劣悪な状態で生産を続けていると、会社は競争力がなくなり、株主に見放されてしまいます。会社の経営者の多くは、自分自身も会社の株式を保有しているはずですので、自分の会社が競争力を失うようなことを見逃すはずがないと思います。

会社の上司が油管理に無関心とは思えません。会社の幹部が油管理に無関心というのは、優先順位の問題かもしれませんが、別の重要な問題の専門家でも、油の汚染物のような価値の低いものを考えていないのかもしれない。

上司に自分が会社の経営効率向上のために、身近で、今までないがしろにされてきた油管理をやりたいとはっきり説明すれば、理解してもらえますと思います。

(2) 油管理は地味な仕事であり、お先真っ暗と悲観しないでください。

油管理は機械と油の両方の知識を持っていなければできない、高度の知識を要するプロの仕事なのです。企業秘密ですので詳しく述べることはできませんが、筆者たちは、現在、ヨーロッパで油管理を中心に置いたメンテナンスの仕事をしています。機械と油のプロ集団として予防保全を引き受けており、新しい油管理によってお客様が機械を止めることなく、常時最適の状態に機械が使えることを保証しています。これができるのは、機械と油の高度な知識（修士号や博士号）をもった技術者と、現場経験の豊富な職人からなるプロ集団だからです。

1988年から1990年の初めまでのヨーロッパは、現在の日本のように多くの銀行が破綻し、工場は盛んに人減らしをしました。そのため、工場には保全作業をする人がなくなりました。経済が回復し、機械設備の操業度が上がると、機械のトラブルが問題になりました。急に人を増やすことができないので、機械と油に関する高度な知識と経験を持ち、油管理を主体にしたメンテナンスのプロ集団の助けが必要になりました。プロのメンテナンスは機械や油に関する学問的な知識だけでは成り立ちません。現場について本当の知識をもっている人達の力が加わって初めて成り立っています。なぜ機械がトラブルを起こすのかを身をもって知っ

ている人の知識を高学歴のエンジニアが理論化し、その成果をシステム化して予防保全サービスを提供しています。これができるのは現場で油管理を経験している人の経験が生かされているからです。油管理こそこれからの仕事です。将来は明るいと思ってがんばってください。

御礼

2年半にわたる長期間、お付き合いいただいた、読者のみなさまと編集者の皆様に厚く御礼申し上げますとともに、皆様のご健康とご多幸をお祈り申し上げます。

<参考文献>

- (1) オイゲン・ヘリゲル：「日本の弓術」岩波文庫、1982、p.47。
- (2) 松隈義勇編：「芭蕉文集」研数書院、1952、p.81。
- (3) 道元：「正法眼蔵随聞記」角川文庫、1972、p.18、p.46他。
- (4) 室岡：「コロナ現象」新コロナシリーズ7、p.90。
- (5) 室岡：「コロナ現象」新コロナシリーズ7、p.16、18、p.41。
- (6) 電気学会：「放電ハンドブック」、平成7年4月、p.91。
- (7) 室岡：「コロナ現象」新コロナシリーズ7、p.145。
- (8) 饗庭貢：「雷の科学」新コロナシリーズ9、p.9。
- (9) 室岡：「コロナ現象」新コロナシリーズ7、p.86。
- (10) 饗庭貢：「雷の科学」新コロナシリーズ9、p.18。
- (11) 饗庭貢：「雷の科学」新コロナシリーズ9、p.119。
- (12) 室岡：「コロナ現象」新コロナシリーズ7、p.111。
- (13) 饗庭貢：「雷の科学」新コロナシリーズ9、p.61。

【筆者紹介】

佐々木 徹

(株)クリーンテック工業 常務取締役 工学博士
福井大学客員教授
〒140-0011 東京都品川区東大井2-7-7
品川テクノビル4F

TEL：(03)3740-4141

FAX：(03)3740-4966

ホームページ：http://www.heishin.co.jp/kleentek

E-mail:sasaki@kleentek.co.jp.

「京都・妙心寺の天井画・雲竜」

佐々木 徹

妙心寺の天井画「雲竜」は名人狩野探幽が描いた。竜を描く依頼を受けた探幽は「竜を見たことがないので描けない」と断ったが、住職は竜を見せてやると言って参禅させた。探幽は数年間、禅の修行をして空の境地に達し、彼自身が竜になって、あのすばらしい雲竜を描いたという。我々は生半可な知識や先入観に囚われて空にはなれない。一切の先入観を排除し、自分を完全に空にできると全ての障害は取り除かれて新しい世界が開けるといふ。深遠なり。