

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②

静電浄油機で浄化しているときの油中の汚染物

(株)クリーンテック工業 佐々木 徹

推理小説作家として直木賞を受賞したのち、最近「阿片戦争」や「中国の歴史」等の中国ものを多く著している作家の陳舜臣氏は、「日本人と中国人」という含蓄に富んだエッセイを書いている。陳舜臣氏とまったく面識はないが、私の学校の先輩だから親近感があり、近く中国と仕事をする可能性が出てきたので、昔に読んだこの「日本人と中国人」を改めて読み返した。陳舜臣氏は日本生まれで日本育ちの中国人だから、日本人と中国人の両方をバランスよく観ることができる立場にある。氏によると、「日本人は結果を重視するが、プロセスを省略してしまう傾向」があり、「現在伝わっている中国の古典は、長い年月をかけて議論が戦わされた成果としてまとめられたものであるが、日本には『結果』である完成された書物だけが伝わり、議論の『過程』はオミットされた」という。氏は日本人の特質として、「『役に立つ』とわかると、すぐに外国のものを採用する」という。また、日本人は資料を集めて保存するのも得意で、中国には現存しない資料が日本で見つかることは多いという。役立つものを採用する例として、「論語」その他の中国の古典の採用や、種子島に漂着したポルトガル人が持っていた「火縄銃」を真似て大量に製造したことをあげており、保存のよさの例として奈良の正倉院をあげている。

火縄銃も1543年に伝わったが、その32年後に信長は大量の火縄銃を使って長篠の戦いに勝利したし、1978年には大坂本願寺に8000丁の鉄砲があったことが、ヤソ会士の手紙に書かれていたという。その数は当時の全ヨーロッパにあった鉄砲の数より多かつたらしい。ところがその火縄銃は徳川末期まで使われていて、黒

船がきたときには西洋の鉄砲の進歩に驚いたということ、大河ドラマ「徳川慶喜」でご承知の方も多いと思う。

油の汚染度の基準として日本で使われているNAS等級についても、同様のことが当てはまるように思う。前にも書いたが、粒子カウントのNAS等級は航空・宇宙産業用に1964年に発行された規格であり、欧米の産業界では主としてISOコードが使用されている。これらの規格が対象としている汚染物は5ミクロン以上の粒子である。ところがサーボ弁が多く使用されるようになった現在、欧米では5ミクロン以上の粒子にこだわってはいない、実情に合わないと考えている。従来は5ミクロン以上の粒子数の等級をYYとし、15ミクロン以上の粒子数の等級をZZとして、YY/ZZで表していたISOコードの表示を改良して、2ミクロン以上の粒子数の等級XXを加えて、XX/YY/ZZと表示するようになった。日本人は改良改善の得意な民族だと考えていたが、日本では未だに5ミクロン以上の粒子しか対象にしていないNAS等級にこだわっているのが不思議でならない。鉄砲と同様、日本人は新しいものを取り入れるのは素早いですが、一旦取り入れたらなかなか捨て去らないらしい。古いものを大事にすることには大賛成だが、「種子島銃」を大事に守っていて、徳川時代末期に黒船がもってきた進歩した鉄砲のすばらしさに驚いたように、NAS等級にこだわっていて、気がついたら時代が変わっていたというようにならないければよいかと心配している。

いままで、筆者は粒子カウンターの問題点を指摘してきた。だから読者の中には、筆者は粒子カウント法

を否定しているのではないかと思っておられる方があるかもしれない。筆者が今まで述べてきたのは、便利な粒子カウント法を否定しているのではなく、それを上手に使うためにはその問題点を知らなければならないと言っているのである。どのようなものでも良い点があれば悪い点もある。悪い点は避けて、優れた点を利用するのは賢明ではないだろうか。

今回は静電浄油機で油を浄化中に、粒子カウンターの優れた点を使って油の汚染度を調べたらどのような汚染度の変化が見られるかを紹介する。

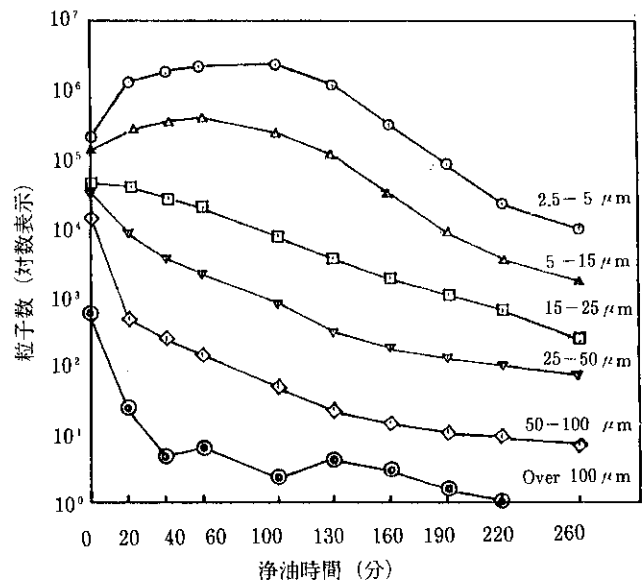
1. 油中の見えない汚染物

透明なビーカーに入れた使用油をビーカーの外から観察しても、汚染物はほとんど見えない。しかし濁りは肉眼でわかる。油の濁りが見えるのは光が通る路上にある微小なコロイド粒子によって光が乱反射されるからである。この濁りの度合いが最も大きくなるのは、分散粒子の大きさが1ミクロン前後のときであるといわれている⁽¹⁾。それよりもっと大きな粒子になると光を反射させる数が減るので、濁りの度合いは減少するという⁽¹⁾。逆に粒子のサイズが1ミクロンより小さくなると、波としての性質をもつ光はその極微小粒子をう回して、その後ろに出ていくことができる。これは光の回折現象と言われるもので、そのため油の透明度がよくなる。だから油の透明度が高くなったからといって、油の中に汚染物粒子がなくなったとは言えないのである。それと同様に、機械の潤滑部のクリアランスと比べて、サブミクロンの粒子は十分小さいから、潤滑に影響がないとも言えないのである。

サブミクロンの汚染物を除去しようとして科学実験に使用するメンブランフィルタを使うと、極く少量の油をろ過することはできるが、大量の油をろ過することはできない。機械の中で使用されているような多量の油を科学実験用フィルタを使ってサブミクロンの粒子を経済的に除去することは不可能である。そうかといって諦めることはない。このように目で見えない粒子でも経済的に除去する方法がある。それは静電浄油機である。

2. 静電浄油機で浄油中に見られる粒子分布の変化

VG32の作動油200リッターを50型の静電浄油機で浄



第1図 浄油による粒子サイズ別粒子数の時間変化

油したとき、サンプル油100cc中の汚染物の数の変化をグラフに示したのが第1図である。この図からわかるように、粒子サイズが2.5~5ミクロンのものは浄油を開始してから約100分間、粒子サイズが5~15ミクロンのものは約60分間、粒子の数が浄油を開始する前よりも増加している。しかし15ミクロンより粒子サイズの大きな粒子は浄油を始めるとすぐに数が減少している。しかも粒子サイズの大きいグループの方が、その減少の度合いは大きい(グラフの降下の勾配が大きい)ことがわかる(第1図)。

油の中の汚染物を粒子サイズで考えると、分子サイズのものから数百ミクロンまで幅広く分布している。このような汚染物粒子をろ過体の目でふるい分けしようとすると、どこかで妥協しなければならない。何故ならば、油には粘性があるのでろ過体の目を小さくすると、ろ過体との摩擦が大きくなる。そのためろ過体の目を際限なく小さくすることができないからである。

一方、油の中の粒子の性質を電気的に考えると正か負に帯電しているものと、中性のもの3種類しかない。電気的性質を利用すると、粒子サイズを気にする必要がなくなる。この性質を利用した静電浄油機で汚染油を浄化すると、油の汚染物の数はこのグラフのような変化をする。このことからつぎのようなことがわかる。

- (1) 帯電している粒子は反対極性をもつ電極の方向に移動する。移動の過程で例えば「正」に帯電し

た粒子が「負」に帯電した粒子に接近すると、それらの粒子は互にくっ付き合って大きな粒子になる。そのときの電荷の大きさによって、合体した粒子も正、負、中性のいずれかの性質をもっている。この合体した粒子のサイズが十分大きく(15ミクロン以上) になっておれば、電極または電極間にあるコレクターに容易に捕そくされる。しかし粒子サイズがまだ小さい(15ミクロン以下) ときには、電極やコレクターに捕そくされる前に浄油機の外に出るものがある。そのため2.5ミクロンまたは5ミクロンより小さい粒子の数が非常に多いときには、カウントされる粒子の数は増加する。このときに注意しなければならないのは、合体したといっても完全に一体化するのではなく、微小氷粒が雲を作るように一時的に非常に近い距離まで接近した状態にあるというだけである。

- (2) 使用油の中にはこのような微小粒子の数が非常に多いが、静電浄油機は微小な粒子を直接除去したり、凝集させて大きな粒子にしてから除去するという2つのメカニズムで汚染物を除去する。だから静電浄油機は油が酸化変質してスラッジ化したものまで除去でき、静電浄油機で浄化した油の中には、サブミクロンの粒子が少ない。
- (3) 粒子1個を考えた場合、粒子のサイズが大きければ大きいほど、その粒子の表面積は大きい。粒子の帯電は粒子の表面で起るので、粒子が同じ物質であれば、表面積が大きければ大きいほど、帯電電荷量は大きい。従って、小さい粒子と大きな粒子のどちらが静電浄油機で早く除去されるかを考えると、帯電量の大きい粒子の方が早く除去される。ところが世間には、静電浄油機は小さい粒子をよく除去するが、大きい粒子を除去しないという人がいる。これは原理を理解していないことと、実験をしていないことを示す間違いである。

3. 静電浄油機で浄化した油の良さ

静電浄油機で浄化した油とフィルタで浄化した油との大きな違いは、油中のサブミクロンの微小な粒子を除去できるかどうかである。当然静電浄油機は粒子を凝集させながら、サブミクロンの粒子を除去する。これは静電浄油機に初めから備わっている重要な特徴の1つである。しかしフィルタが決してサブミクロンの

粒子を除去しないというわけではない。本誌「ぶらぶらトーク⑤」で書いたようにフィルタ・エレメントは油との摩擦で静電気を発生させるので、始めから意図したものではなくても、結果的にその静電気によってサブミクロンの粒子を除去することがないというわけではない。これは元々フィルタが意図していなかったことで、偶然そのようなことが起こるだけである。もしサブミクロンの粒子は油や機械に害がないのなら、わざわざそれらを除去する必要はないかもしれない。サブミクロンが油の中にあればどのような問題が起るかを考える。

- (1) 1mmの鉄粉1個が破碎されて、1辺が1ミクロンの立方体粒子になった場合の粒子数と1辺が0.2ミクロンの立方体粒子になった場合の粒子数を考えてみる。ここでは切斷したときのロスは無視する。前者は 10^9 個、後者は 10^{14} 個である。すなわち、100倍も多いことがわかる。従って、もし同じ重量の金属の磨耗粉が多数あるとすると、粒子のサイズが小さければ小さいほど、その全表面積は大きいこともよく知られている。よく知られているように、鉄や銅のような金属粉は、その表面積が大きければ油を酸化変質させる触媒効果も大きい。たくさんの小さい穴を持っていることで知られている活性炭素1グラムの全表面積は 500 m^2 (150坪) から 1800 m^2 (540坪) もあると言われている⁽²⁾。これからもサブミクロンの金属粉粒子の触媒効果の恐ろしさがわかるはずだ。

- (2) 機械の中で油を使用すると、熱によって油は必ず酸化変質する。油の酸化変質物は極性をもっているので、金属の表面に吸着させられる。そのような酸化変質物は金属表面に何層もの分子膜を作る。このような油の酸化変質物は粘性が高いため、糊の働きをして他の固形物をくっ付ける。しばらく停止していた機械の軸受を丁寧に分解して、ボールの表面を注意深く調べると、ボールが保持器と接していた部分に鉢巻をしたような痕跡を見つかることができる。これはボールと保持器の境界で起る電気現象によって、境界面に油の酸化変質物が集まり、微小な他の固形物をくっ付けてできたものである。肉眼でも見えるということは、測定できなくてもそれは数ミクロンの厚さがあるはずである。例えば玉軸受の弾性潤滑油膜の厚さは

0.2ミクロン程度だといわれている。そのように薄い油膜を介して回転している軸受の表面に、数ミクロンの凸部ができたとしたらどういうことが起るか。数センチの凸凹のある道路を自動車が高速で走ったら車はどうなるかを考えれば容易にわかることである。

(3) 静電浄油機はミクロン単位の粒子だけでなく、サブミクロンの粒子や分子サイズの油の酸化変質物までも除去する。それだけではない。本誌3月号の「ぶらぶらトーク②」の油管理(パート8)で述べたように、静電浄油機はサブミクロンの粒子まで除去して油を本当の意味で清浄にするので、すでに金属表面に付着して多分子層を形成しているもののうち、金属表面に直接吸着しているものから数分子膜程度の層を残してその上の層の部分を除去して、吸着膜の厚さを薄くする。糊の層が薄くなると固形物を付着させる力は弱くなり、表面の状態は改善される。だから機械の潤滑面は何時もきれいに維持できる。

油管理の本来の目的は、単に油の中の汚染物粒

子を除去することではなく、機械にトラブルが起らないようにすることである。この本来の目的を達成しようとする、ミクロンサイズの粒子を除去するだけでなく、サブミクロンの粒子や分子サイズの油の酸化変質物まで除去しなければならないことは明らかである。(次号に続く)

<参考文献>

- (1) 近藤保、鈴木四朗:「やさしいコロイド界面の科学」三共出版、昭和58年、p.15。
- (2) 東京理科大編:「理工学辞典」、日刊工業新聞社、1996、p.279。

【筆者紹介】

佐々木徹

(株)クリーンテック工業 海外事業部 常務取締役
工学博士

〒140-0011 東京都品川区東大井2-7-7

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

学校内暴力とホームスタディ

佐々木 徹

今年に入って、日本では中学生がナイフで学校の先生や同級生を殺傷させた事件や拳銃を奪おうとして警察官を刺した事件が新聞紙上を賑わしている。3月24日にはアメリカのアーカンソー州で、13才と11才の少年が学校でライフル銃を発砲して数人の女子生徒を射殺したという事件も起こった。全く物騒な世の中だ。

昨年(1997年)5月にカリフォルニアを訪問した時、アメリカでは「ホームスタディ」が流行っていると聞いた。「ホームスタディ」というのは、銃を使った校内暴力がひどくなったため、「子供を学校に通わせないで、家庭教師を雇ったり母親が教えたりして家で勉強させること」だという。滞米中、会う人ごとにたずねたら、「ホームスタディ」で勉強している子供の数は全米で100万人を超えていて、正式な教育として認められているという。当時、これはアメリカだけの問題で日本では起こらないと考えていた。しかし最近のように校内暴力が増えると、日本でも学校に通わせたくない親が増えて、塾にとって代わられるかもしれない。義務教育の学校は勉強するところだけではなく、お互いに人を信じ合い、尊敬しあって円満な社会生活を送れる人間をつくる土台となる場所である。そのような大事な学校を子供や親が信用できなくなれば悲劇である。

彼等に「暴力が起こるようになった原因」をたずねたら、彼等は殆ど異口同音に、「暴力映画の氾濫」が原因だといった。私はあまり映画を見ないが、それでもダーティー・ハリー、ターミネーター、ダイハード、その他、アメリカには平気で人を殺す映画が氾濫していて、人を殺すのは「格好がよい」と子供に思い込ませる環境になっていると思う。私が映画を見ない理由として、「『風と共に去りぬ』のような古い映画の英語がわかるが、最近の映画の英語はほとんどわからない」といったら、中年の友人達は「我々にも最近の映画の英語はわからない」という。子供を持つ教養のあるアメリカ人は、「ハリウッドは人間のモラルや言葉まで破壊し、良きアメリカを滅ぼす」と言った。スロバキアの大学教授は、「『悪貨が良貨を駆逐する』ように、アメリカ文化は世界を滅ぼす」と断言した。