

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

NAS 0 級の超清浄油

(株)クリーンテック工業 佐々木 徹

間もなく20世紀が終わろうとしている昨今、世紀末が人類の末期であるかのように、中学生達のナイフによる殺傷事件が多発している。歴史は我々に多くのことを教えてくれる。筆者は大きな事件や経済の大変革に出会った時に、自分の気持を引き締めるために「鉄鋼王カーネギー自伝」を読む。今から丁度100年前のアメリカでは、移民の子として裸一貫からのし上がり、鉄鋼業で大実業家となったアンドリュー・カーネギーが引退を間近にしていた。さらにその50年前の1848年には、後年大実業家となったアンドリュー・カーネギーが13才で両親や弟と一緒にスコットランドからアメリカに渡ってきた。その当時はアメリカの南北戦争直前であった。移民の子供の彼は綿織工場で、週給1ドル20セントで朝早くから夜遅くまで働いたが、1855年に父親が亡くなってから、彼が母と10代の弟を支えなくてはならなくなった。彼はそのときに受けた援助の心から感謝した。1901年に66才で引退した彼は、全ての資産を友人のモルガン氏に売り渡した。その売却金額は5億ドルという巨額であった。彼はこの巨額の富のほとんどを寄付した。彼によると、富は神によってゆだねられたもので、「大金を家族に残して死ぬのは恥」であった。彼の寄付によってできたものには、ニューヨークのカーネギーホール、ピッツバーグにある有名なカーネギー・メロン大学、全米にある多くの図書館、木材と真鍮で作る世界の海図を正確に作った海洋観測船（これは機雷があっても反応しない）、天文台、その他数えきれないほど膨大な数になるという。彼自身は13才までしか教育を受けていないが、彼の出身地であるスコットランドにあるセント・アンドリュース大

学の総長にもなった。

彼は鉄鋼会社のオーナーだったので、戦争が起ればたちどころに数百万ドルの金が転がり込んで来る。しかし彼は巨億の富を得るために決して策略を労しなかった。米国の軍艦がチリに停泊しているときに上陸したアメリカ海軍の水兵2人がチリの町で殺され、ハリソン大統領がチリに出兵しようとした。そのとき彼は大統領に面会を求めて、「チリに出兵してはいけません。酔っぱらった水兵たちが喧嘩するたびにアメリカ合衆国の名誉が傷つけられると私は考えません。町の秩序が乱れているところに上陸させたことが間違いだから、私ならまず船長を処罰します」と言って、大統領にチリ出兵を思いとどませた。このように彼は政商のように振る舞ったり、政府に戦争をさせて金儲けをしたりしようとはしなかった。貧乏な移民の子供でありながら、自国の大統領にさえ堂々と意見を述べるまでになったカーネギー氏の成功の秘密を考えてみる価値がある。

彼が終生こだわったのは「仕事の質」であった。彼は社長として、会社の末端にまで仕事の質に全精力を集中するように要求し、それにかかるコストを問題にしなかった。彼が成功した秘けつは「品質管理」にあった。現在、世界の企業はISO9001等の認証を取得して、品質管理を考えている会社であることを認められようとしている。しかし彼は100年以上も前に、すでに品質管理を徹底していた。彼がやったのは品質管理だけではない。1870年代に彼は労資関係を重視して8時間労働を予言し、企業の社会に対する責任を強調していた。このように彼は常に時代に先んじていた。彼は決

第1表 NAS1638の等級表 (油100ml中の粒子数で示す)

NAS等級 粒子 サイズ範囲	00	0	1	2	3	4	5	6	7
5~15 μ	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	32000
15~25 μ	22	44	89	178	356	712	1425	2850	5700
25~50 μ	4	8	16	32	63	126	253	506	1012
50~100 μ	1	2	3	6	11	22	45	90	180
100 μ 以上	0	0	1	1	2	4	8	16	32

注：NAS等級の粒子サイズ毎の数字はどれもその等級の最大個数を示しており、例えば、100ml中の油の中に5~15 μ の粒子数が7900個、15~25 μ の粒子数が1400個、25~50 μ の粒子数が255個、50~100 μ の粒子数が10個、100 μ 以上の粒子数が1個であったとすると、この油のNAS等級は5級ではなく、6級になる。

して他社と横並びをしなかった。彼の成功の秘けつは誰よりも早く時代の要請を読み取り、その先取りをしたことにあるらしい。

油の品質という点、耐磨耗性、潤滑性、酸化安定性、防錆性、消泡性、抗乳化性、粘度安定性、その他油に要求される多くの機能を考える。油メーカーがいくら注意を払ってこれらの機能の点で高品質の油をつくっても、ドラム缶の中に汚染物があって油が汚染されたら、油の品質はよくないと判定される。このことからわかるように、油の品質を左右する最も影響のあるものの1つは油の中の汚染物である。

筆者たちは油の品質を低下させる油の汚染物を除去することを仕事にしており、油の清浄度にこだわりをもっている。市販の新油でさえもNAS 0級のような超清浄な油はない。今回は油の品質にこだわる筆者たちが使用油を浄化してNAS 0級の油をつくることに成功した話と、弊社の客が航空機用の油圧作動油をNAS 0級にした話を紹介する。

1. 汚染物のない油はない

我々の身の周りに「完全に純粋なもの」や「不純物の全く存在しないもの」は存在しない。機械に使用する油圧作動油や潤滑油の新油の中にもかなりたくさんの汚染物が存在している。今ではこのことを多くの人々が認めるようになった。しかし20年ほど前、半導体の分野では半導体の歩止りを左右するのは作業環境中の汚染物であると言われていて、日本は超LSIの開発に官民が一体となって取り組んでいたにもかかわらず、

油のこととなると、我々が「新油の中にもゴミがある」と本当のことを言ったらいろいろなところからお叱りを受けた。それは1度や2度のことではない。通産省の助成を受けることができたので、我々の言い分が正しいことを示すために、助成金でハイアック・カウンターを購入してデータを取り、懸命に反論した。そのような努力を積み重ねて、我々の主張の正当性が次第に認められるようになった。その過程でNAS等級表も大いに利用したし、粒子カウントで多くのことを知った。そして我々の身の回りには流体から汚染物を完全に取り除くことは不可能だということを再確認した。

2. 油の中の汚染物の数え方

電子技術の発達した現在、油の中の汚染物は自動粒子カウンターで数えられている。しかしNAS等級が作られた1964年当時には、汚染物粒子は油を0.8ミクロンまたは0.45ミクロンのメンブラン・フィルタでろ過して、顕微鏡下でメンブラン・フィルタ上の汚染物を、野鳥の会の人たちが鳥の数を数えるようにしてサイズグループ毎の汚染物粒子の数を数えた。メンブラン・フィルタ上のすべての汚染物粒子を数えることはできないので、メンブラン・フィルタ上に作られた一定数のグリッド(格子枠)内にあるサイズグループごとの汚染物粒子数を数え、ある定数を掛けて合計の汚染物粒子数としてを算出した。第1表に示すNAS1638の等級で観ると、サーボ弁を使う油圧システムに推奨されているNAS 7級の油でも5ミクロン以上の粒子が16000個以上ある。今までぶらぶらトークの中で何

第2表 浄油時間と粒子数の変化 (油100cc中の汚染物粒子数)

浄油時間 粒子サイズ	0時間	1時間	2時間	3時間	4時間	NAS 0 級	NAS 6 級	NAS 7 級
2.5~5 μm	85957	4330	1642	790	250
5~15	22931	3912	1968	717	241	250	16000	32000
15~25	1175	483	118	87	35	44	2850	5700
25~50	259	137	38	14	7	8	506	1012
50~100	51	23	6	3	1	2	90	180
>100	12	2	1	0	0	0	16	32
NAS等級	7	5	3	2	0

回も述べたように、NAS等級は5ミクロン以上の汚染物粒子しか対象にしていない。5ミクロン以下のサイズの粒子を無視してきた。それはこのような面倒な手順を踏まなければならなかったことと、汚染物粒子を光学顕微鏡の下で見てその数をカウントするため、光の回折現象から計数できる粒子のサイズの限界が5ミクロン程度であったことに起因している。その後、自動粒子カウントができたり、最近ではレーザー光線のように波長の短い光を使用するようになって、5ミクロン以下の小さいサイズの粒子を数えることができるようになった。余談ながら、弾性流体潤滑理論を生み出したロシアでは、油の清浄度の判定に使うGOST規格で、20年前から0.5ミクロン以上の粒子を対象にしている。

3. 弊社でNAS 0 級の超清浄油を作った例

弊社では静電浄油機を使って、使用油の2段階でNAS 0 級の油にした。その作り方とプロセスを紹介するとつぎのようになる。

(1) 第1段階

200リッターの使用油を静電浄油機EDC-50型で浄油してNAS 7 級にした。これは通常の作業だから、詳細は省略する。

(2) 第2段階

第1段階でNAS 7 級に浄化した油4リッターを取り出して、静電浄油機EDC-1型機を使って、実験室内で浄油した。実験結果を第2表に示す。

使用油を浄化する場合、本誌6月号の「ぶらぶらトーク②」で述べたように、油の中には分子サイズの添加

第3表 ブリテイッシュ・アエロスペースP.L.C.社の実験

浄油時間 粒子サイズ	0時間	7 3/4時間	23 3/4時間	31 3/4時間	NAS 0 級
2.5~5	2264	244	400	149	...
5~15	1414	295	672	161	125
15~25	165	35	75	14	22
25~50	126	11	24	6	4
50~100	35	4	3	1	1
over 100	0	0	0	0	0
NAS等級	3	1	2	0	...

剤の分解物や油の酸化変質物があり、静電浄油機はこれらの微粒子を凝集させながら除去するので、浄油過程で小さい粒子の数が浄油開始直後に増加する。そのため、浄化に時間がかかる。しかし微小な粒子の数が減少すると、案外簡単に超清浄にすることができる。

4. ブリテイッシュ・アエロスペースP.L.C.社での実験

ブリテイッシュ・アエロスペースP.L.C.社はドラムに入った航空機用油圧作動油DTD 585B (OM.15) 70リッターの新油を静電浄油機ELC-50Cで浄油した。その結果を第3表に示す。

第3表からわかるように、ブリテイッシュ・アエロスペースP.L.C.社の実験結果の油の清浄度はNAS 0 級だとは言っても、NAS 0 0 級に近い超清浄油であることがわかる。この実験で、NAS 1 級に低下していた油の汚染度がNAS 2 級と高くなったのは、200リッターの油容器から70リッターの試験油を取り出して別

の容器に移したときに入った汚染物が影響したのか、その容器中に付着していた汚染物が影響したのか、現場で使用していた浄油機を使ってテストしたため、ホース等に付着していた汚染物が影響したのか、試料油採取中に汚染物が混入したのか等は判明しなかった。いずれにしても、油を移動させたり、油の中に何かを入れたりすると、必ず汚染物が入ることは確かだから、油を汚染から守るにはできるだけ油を移し替えないことが重要である。

しかしいずれにしても、お客様によってNAS 0 級の油が静電浄油機によってできることが確認された。この実験に引き続いて、使用油の浄化試験も行われ、NAS 1 級にまで回復したが、今回のテーマがNAS 0 級の油であるので、そのデータは省略する。いずれにしても、静電浄油機だからこのような芸当ができるのである。

5. 静電浄油機と油の品質

油メーカーは高品質の油をつくって提供している。そのような高品質の油の品質が、油中の汚染物によって低下させられているのである。これは誰の責任でもなく、誰も歓迎しない汚染物のシワザである。このよ

うな汚染物を除去しようとして、目の小さいフィルタを使用すると、本誌「ぶらぶらトーク⑤」で述べたように、油とフィルタが摩擦して静電気を発生させ、油やフィルタに静電気を帯電・蓄積して火花放電を起こし、油の分子をせん断させて油の劣化を早める。このような浄化方法も油の品質を低下させる。

油の品質を低下させる汚染物を取り除くために、コントロールした静電気を上手に使うことは油の品質維持にとって有効であることがわかる。

【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.

スミソニアン博物館（カルチャーの違いと遺産相続）

佐々木 徹

大金を社会に寄付したカーネギーのことを書いたこの原稿の校正の少し前に、日本の新聞は某製薬会社の会長が孫に168億円の株式を贈与したと報じた。個人の考えの多様性を考えると、これも1つの生き方である。アメリカのワシントンを訪ねると、ほとんどの人はスミソニアン博物館を訪れると思う。この博物館もイギリスの貴族の寄付でできたものである。この経緯は余り知られていないので紹介する。

1765年に英国の公爵H.P.スミソンの非嫡出子としてフランスに生まれたジェームス・メイシーは、著名な化学者になり、父親の籍に入れられた。しかし嫡出子でなかったために英国の上流社交界に受入れられず、彼は母方の名前を名乗り続けた。父親の死後、彼は父の遺産を相続したが、英国社交界に復讐するために、一度も行ったことのない米国に全財産の50万ドル（現在のお金で数百億円）を寄付するという遺書を1826年に作り、ジェームス・メイシー・スミソンの名前で新しい自然博物館をワシントンに作るように言い残した。彼の遺言どおり1846年にスミソニアン協会が設立され、12の博物館がつくられた。これがスミソニアン博物館である。筆者は約25年前に訪問したが、その時はまだ宇宙博物館を建設中だった。1995年にこの博物館は第二次大戦終結50年を記念して原爆展を開こうとしたが、在郷軍人の反対で中止になった。もしメイシー・スミソニアン公が生きていたらどのような反応を示したであろうか。もし日本人が寄付してできた博物館なら、原爆展を開けたのではないかと考えた。