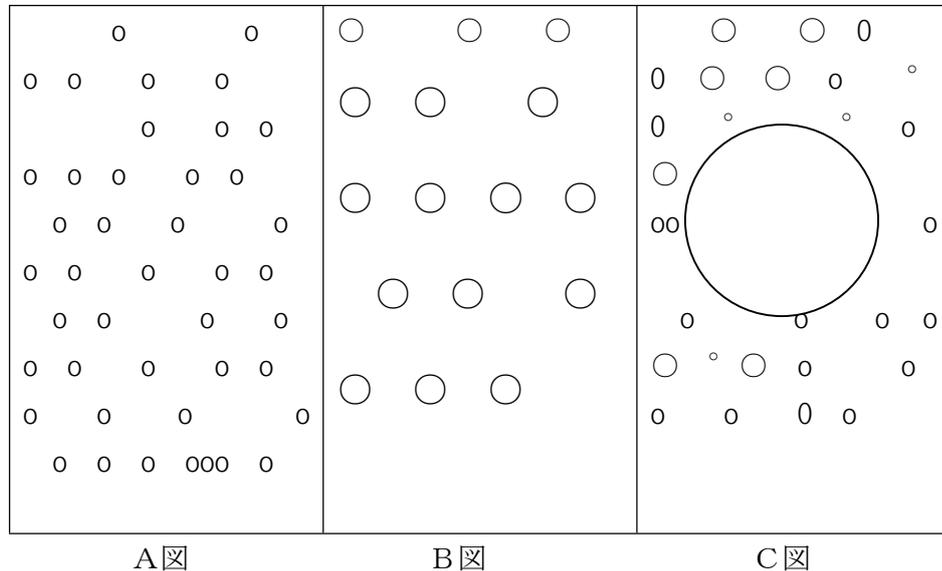


水溶性切削油の油粒子

全ての水溶性切削液は、水の中で原液の有効成分を細かく分散または溶解させている。液の外観が透明、半透明、乳白色になるか否かはその「解け具合」と言える。ここでは特に外観が乳白色つまりエマルションについて説明する。

下の絵は、液の中で油粒子が細かく分散されている状態だが、A図、B図、C図でどう違うか説明したい。切削液に要求される最も重要なポイントは、この油粒子がどんなフォーメーションになっているかである。すなわち油粒子の「大きさ」「数」「強さ」が切削液にとっては全てのパフォーマンスで、切削油の1次的性能、2次的性能はすべてこれで決まるからだ。



理想的な切削液は次の3つの条件が揃って事である。

油粒子の大きさは出来るだけ小さいこと (浸透、冷却)

油粒子の強さは出来るだけ強いこと (潤滑、酸化安定)

油粒子の大きさにバラツキが無いこと (洗浄)

1) 油粒子の大きさについて

油粒子の直径が例えば、A図- $1\mu\text{m}$ B図- $10\mu\text{m}$ とした場合を検証してみよう。直径が10倍と言うことは体積換算では1000倍であるから、B図の油粒子はA図の油粒子に比較すると1000倍の大きさである。同じ希釈倍率の液の中では、個数に換算すれば、A図の方がB図に比べて1000倍多い事になる。

切削加工では平均的に水溶液は90%以上が水であるから、液の中でいかに多く油玉を存在させるかが重要で、切削加工時にはミクロの世界では刃先へは微細な油玉を多彩に送り込むことにより、極圧と過酷な高温の条件下での刃先の磨耗を和らげる事となる。従って「切削液の潤滑力は油粒子の個数即ち油粒子の大きさが正比例する」粒径を小さくするもう一つの大事な点がある。粒径を小さくすれば液の表面張力も小さくなる。この事は「水溶液の濡れ性にも大きく貢献する」という事であり、つまり浸透性もこの油粒子の大きさは左右されるということである。

油を水に分散させる為の乳化剤としては、石鹼、スルホン酸エステル、脂肪酸誘導体、アミン誘導体、第4級アンモニウム塩、ポリオキシレン系活性剤、等などが代表的である。

2) 油粒子の強さについて

油粒子の強さとは即ち油膜強度のことである。油膜強度はベースオイルの粘度に比例し、油性向上剤の含有量にも比例する。従ってベースオイルは出来るだけ高粘度にしたいが、度を越すと乳化性に影響する為、これにも限度がある。粘性を高めれば確かに膜圧は強くなるが、これは垂直に押さえた時の耐圧力であって切削時の動態摩擦に対する耐圧力とは異なる。従って油膜の強度を補助する添加剤として油性向上剤を併せて添加する。油性向上剤は金属に電氣的に付着する力があり、この様な動態摩擦時には油膜の強度補助剤として非常に重要である。

この様に「粘性」と「油性」は粒子の強さに繋がるわけだが、同時に強さの持続性も当然ながら要求される。何故なら切削加工時の発熱を液は吸収するわけで、油粒子は受ける加工熱で多くは酸化分解がミクロの世界で展開されているわけだから、持続性を維持する為には、ベースオイルの鉱油と油性向上剤の脂肪酸等をどの様に組み合わせるかが開発者の苦慮する所である。

この様に油粒子の強さとは、破壊的な圧力と温度から身を守る力ということになるが、もう1つ重要なことがある。切削液は仕事中心機械の中で、さまざまな方向へ飛散する。飛散し水分が蒸発した跡は金属の表面に油粒子の残留物が付着する。この付着物が機械の稼働上、適正な作動を干渉することがあってはならない。液の残留物が錆びの原因になる事や駆動部を固着させる事など絶対にあってはならない事である。付着残留物を大きく分けると、イ) 柔らかなオイル状 ロ) 堅く固化したプラスチック状 ハ) 何らかの結晶物 等に主眼されるが、乾いた残留物は当然ながらオイル状のもので水に再乳化出来ることが望ましい。機械部分とりわけ摺動部は固着させてはならない。水が蒸発した後は液状の残留物即ち「残留皮膜」を正しい形で残すことがポイントで、残留皮膜が空気による酸化現象で ロ) や ハ) になってはならない。油粒子の強さはここまで要求することが当然で一時的な加工性能だけでなく、長い継続使用に耐える油剤が良い。

3) 油粒子の大きさのバラツキについて

新液の時に油粒子が均一に分散されていても、切削加工をしている内に徐々に C 図の様な粒子の大きさにバラツキが出て来るも。特に小さな粒子の側でかなり大きな形の不安定で不規則な油玉が形成されてくると液はまさしく「ベタツキ」が見られる。その他として C 図の液では、加工性にも問題が出てくるし、作業環境上ではオイルミストの発生があり、腐敗臭もあるだろう。多くの悪影響を及ぼし良いことはひとつも無いと思われる。では何故この様な大きさの違う油玉が液内で浮遊しているのかを考えてみる。切削液は極限の加工条件の中で複雑な化学反応を繰り返しているわけで新液の状態を長い間維持させることは非常に厳しいが、原因次第で対策は立てられるからである。大きさにバラツキが出る原因は様々な要因があるが大きく分けると 2 つある。1 つは界面活性剤の破壊現象であり、もう 1 つは混入油分の抱きこみ現象である。

1 つ目は界面活性剤の破壊現象で、均一に分散していた油粒子が複数の粒子同士と結合して徐々に膨らみ粒径がミクロン単位であったものがいつの間にかミリ単位まで成長してしまう。見た目ではサラッとしていた液がベタットなる。こうなる原因は 2 つ考えられる。1 つは加工熱により添加剤の分子構造が破壊されてしまう場合と、もう 1 つは材料金属のイオン化である。「金属のイオン化傾向」とは水溶液中における金属のイオンになりやすさの相対尺度をあらわす。従って被削材の金属が水の中でイオンとなって溶解した場合、界面活性剤と化学反応し金属石鹸を生成してしまう恐れがある。そうすると総体的に界面活性剤が減少する事になり油同士が結合してしまう。傾向値の大きい金属に Mg, Al がある。これらはマグネシウム石鹸、アルミニウム石鹸を形成して、結果として小さなミセル状になっていた油玉が油玉同士結合して大きな油玉になり、前述した様なことになるのである。

もう 1 つの混入油分の抱きこみ現象については、作動油の漏れよくある事だが、主としては摺動面油について考えてみたい。この油は使用する前に必ず吟味しておく必要がある。何故なら乳化し易い摺動面油と、し難い摺動面油があるからである。また切削液との相性も大事であり、採用する前にテーブルテストをして確認すれば簡単なことである。摺動面油は、自身が乳化する目的ではないものの、強制送りされ切削液で洗い流される時に乳化してしまう。しかし本来液化が目的で無いから油玉の粒径はかなり大きい。この大きな粒子は自身が弾けるたびに他の油玉を巻き込む結果、さらに大きな玉になり、悪循環を繰り返す。この状態の液は切削液の目的である浸透性の欠如に繋がり、冷却性能の低下、腐敗の進行などを促進する。特に摺動面油は添加剤として油脂分が多く含まれているため腐敗進行は早い。

以上、油粒子を小さく均一に持続させる事が液管理の基本であり、その結果が有形無形の利益を生み出すことになる。