

講演要旨纏め

演 題 潤滑油からみた環境負荷低減とトライボロジー技術
講 師 香川大学 工学部 材料創造工学科 教授 若林利明 先生

1. 概要

元来、潤滑油は摩擦の低減という面で省エネルギーや省資源の実現に貢献してきた。しかし、近年では潤滑油に使われる添加剤の安全性への懸念、漏洩あるいは廃油の処理が原因となる環境汚染への関心の高まりから環境への適合性が強く求められるようになってきている。一方、トライボロジー技術は潤滑剤や潤滑方法の高性能化、摩擦面の最適設計等により機械の円滑な運転を支え、効率化に貢献しているが、これに加え機械を順調に長く使用する（長持ちさせる）ことができれば、大きく環境負荷の低減にも寄与することとなる。これを成し遂げる技術分野が「メンテナンステクノロジー」である。

本講演では「環境負荷の低減」という切り口で、メンテナンステクノロジー分野より「軸受異常」を診断・予測するためのツール、MQL (Minimal quantity lubrication) 分野より油剤の作用メカニズムについて、それぞれ最新の研究成果が紹介された。

2. 新しい軸受の異常診断ツール

軸受は機械の構成要素として重要な役割を担っているが、一方で機械の主要な故障原因でもあり、軸受の異常予知について現場のニーズは大きい。しかし、損傷メカニズムに不明な点の多いことや従来手法（振動、温度）では異常の早期検出が困難であることが軸受の寿命予測の障害となっている。講師らはパーティクルカウンターで潤滑油中の磨耗粒径分布をオンライン計測する方法、AE と振動による複合センシング法、軸受内部の実働状態を測定する超音波エコー法の三つの新しい軸受の異常診断ツールに着目して従来法と比較した。その結果、これらの診断法で早期に軸受の異常が検出できる可能性を見出し、今後は実用化に向け、さらなる検証実験の積み上げを行い、軸受の損傷メカニズムの解明を図るとのことである。

- ① パーティクルカウンター法および複合センシング法
いずれも軸受寿命の 60~70%時点で軸受損傷の兆候と推測されるデータの変化が認められた。
- ② 超音波エコー法
軸受内部の転がり挙動および潤滑状態が推測できることが判明した。

3. MQL 加工と油剤の作用のメカニズム

油剤使用量をできるだけ減らそうとする MQL 加工が、現実的な環境対応切削技術として注目を集めている（利点：切削油使用量の削減、廃棄物量の低減、切削油循環系の簡素化・小型化）。MQL とは、毎時数~数十mL 程度の極微量の切削油を多量の圧縮ガスと共に加工点へ供給する方法であり、油脂（脂肪酸のトリグリセライド：エステル構造有り）や合成エステルを主成分とする油剤が用いられる。合成エステルとしては、切削性能・生分解性・酸化安定性・貯蔵安定性に優れる合成ポリオールエステルを利用した油剤が開発されている。

講師らは MQL 加工油剤の作用メカニズムを解明するため、四重極型質量分析計を検出器として、雰囲気ガスを制御しながら切削を行うことが可能な「雰囲気制御切削試験機」を考案し、以下の知見を得た。この装置は切削によって生じた金属新生面に対する雰囲気ガスの吸着挙動の把握が可能である。

- ① MQL 加工用油剤に用いられる油脂や合成エステルのエステル基が熱や水分等によって金属表面に化学吸着し、強固な潤滑膜が形成される。
- ② 雰囲気ガス中に酸素が存在する場合、被削材が鉄系の場合は吸着活性が向上し（潤滑性向上）、アルミ系の場合は吸着活性が低下する。これは鉄とアルミの酸化膜のせん断強度の違いによると推定され、実加工で MQL がアルミ材より鉄材に対して、より効果的であることと符号する。
- ③ アルミ材の MQL 加工をうまく行うためには酸素の排除が有効であるが、現実的ではない。現実的な方法として、特定のアルコールや脂肪酸を合成エステルと共に用いる方法が提案された。
- ④ どのような雰囲気ガス中であっても、ドライ加工より MQL 加工の方が切削抵抗は減少する。

以上