

中性子反射率法によるトライボロジー現象の理解 Neutron Reflectometry Studies for Understanding of Tribological Phenomena

平山朋子¹

¹ 同志社大

機械工学技術において、要素間の摩擦およびそれに伴う摩耗の発生に関する諸問題は極めて重要な課題であり、トライボロジー分野において多くの研究が進められている。機械における摩擦の形態は乾燥摩擦と潤滑摩擦に大別することができ、さらに潤滑摩擦は、一般的に、境界潤滑状態、混合潤滑状態、流体潤滑状態(弾性流体潤滑状態含む)の三態に分類できる。このうち、最も摩擦損失が大きいのは境界潤滑時であることから、高効率な低摩擦摺動の実現を目指す上で境界潤滑摩擦の現象理解は決して避けて通ることができない。

境界潤滑状態を表す摩擦モデルが初めて公に提示されたのは1930年代であり、その歴史は極めて古い。境界潤滑状態においては、固体表面あるいは固体間に形成される何らかの柔らかい「層」(一般的に「境界潤滑層」と呼ばれる)の存在がキーとなっているとされており、これまで、それら層の構造および形成メカニズムに関する多くの議論がなされてきた。一般的な機械において、そのような境界潤滑層形成の素となるのは、主として、潤滑油中に混入されている添加剤である。中でも、「油性剤」は脂肪酸、アルコール、アミン、エステルなどの有機分子から成り、摩擦面に吸着することによって固体同士の直接接触を防ぐ役割を果たすとされる。

近年、自動車をはじめとする各種機械において、更なる低摩擦化への要求が日増しに高まっている。特に自動車においては、2010年ごろからエンジンオイルの急速な低粘度化が進められており、潤滑状態は極めて厳しいものとなっている。そのような厳しい境界潤滑状態において、添加剤の最適化、高性能化は喫緊の課題であり、添加剤から成る境界潤滑層の in-situ 分析に大きな期待が寄せられてきた。

そのような中、著者らは中性子反射率法(NR)を中心とする固体/潤滑油界面の in-situ 分析を世界に先駆けて行い、添加剤吸着層の厚みや密度の定量化に成功し、実績を残してきた。本発表では、トライボロジーにおける固液界面分析の重要性とNRによるその分析事例を中心に、近年の研究動向と取り組みの一端を紹介する。