

X線CT法によるグリース中増ちょう剤の形態、分散状態に関する研究 Study on Shape and Dispersion State of Thickener in Grease Using X-ray CT

岩波 睦修, 木村 信治
Yoshimu Iwanami, Nobuharu Kimura

ENEOS 株式会社
ENEOS Corporation

グリースの性能は、グリース中に分散させた増ちょう剤と呼ばれる添加剤の形態、分散状態に依存すると考えられている。したがって、グリースの高性能化には増ちょう剤の形態、分散状態を把握する必要がある。そこで、本研究では X 線 CT 法によりグリース中の増ちょう剤を非破壊で可視化し、増ちょう剤の形態、分散状態と増ちょう剤の分子構造、グリース性能との関係の把握を試みた。その結果、グリース性能により増ちょう剤の分散状態が異なることがわかった。

キーワード： グリース、増ちょう剤、X 線 CT

背景と研究目的：

地球環境保護や温暖化防止のために自動車や産業機器の更なる省エネルギー化が求められており、特に、日本の全消費電力の 40% 以上を占める産業用モーターの高効率化は非常に重要である。モーターには軸を正確かつ滑らかに回転させる機能を持つ玉軸受が使用されており（図 1）、この玉軸受けにより摩擦や発熱によるエネルギー損失を減少させている。玉軸受には転動体（玉）と軌道面との金属接触を防ぐために潤滑剤としてグリースが封入されているが、軸の回転により発生するグリースの攪拌抵抗がモーターの効率を低下させるという課題があり、攪拌抵抗に大きな影響を与えるのがグリースの流動性である[1]。グリースは油を保持する働きがある増ちょう剤と呼ばれる固体を油中に分散させた半固体状の潤滑剤であり、使用する増ちょう剤の種類などによりグリースの流動性が異なる。このことから、増ちょう剤がグリースの流動性を支配すると考えられ、特にグリース中の増ちょう剤の形態、分散状態が流動性を大きく支配していると考えられている。したがって、グリースの流動性を制御して性能（攪拌抵抗の低減など省エネルギー性）を向上させるためには、グリースが望ましい流動性を発現する増ちょう剤の分子構造の設計指針を得ることが重要である。そのためには、増ちょう剤の分子構造とグリース中の増ちょう剤の形態、分散状態とグリース性能との関係を把握する必要がある。

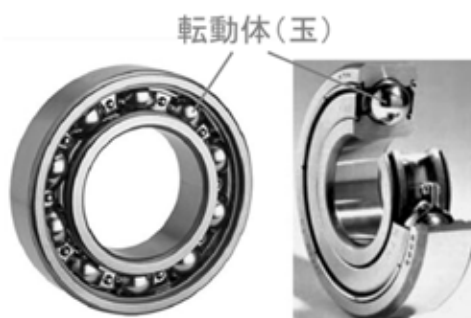


図 1 玉軸受け

そこで、本研究では X 線 CT 法によりグリース中の増ちょう剤を非破壊で可視化し、増ちょう剤の形態、分散状態と増ちょう剤の分子構造、グリース性能との関係の把握を試みた。

実験：

以下に示した、油に添加する増ちょう剤の種類、性能の異なる 2 種類の劣化試験前グリースおよび劣化試験後グリースを X 線 CT 測定試料とした。

グリース A: 増ちょう剤 = リチウムコンプレックス^{注)} グリース性能 = 高
グリース B: 増ちょう剤 = リチウムセッケン^{注)} グリース性能 = 低

注) リチウムコンプレックス: $\text{LiOOC-C}_m\text{H}_{2m}\text{-COOLi} + \text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{-COOLi}$
リチウムセッケン: $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{-COOLi}$

劣化試験時間: 1 分、10 分、60 分

針先に付着させたグリースについて BL20XU においてナノ CT 測定（位相コントラスト）を行った。照射 X 線エネルギーは 20 keV、回転ステップは 0.1°、画素サイズは 42.1 nm/ピクセルであり、露光時間を 555.6 msec とし、合計 1891 枚の画像を取得し、再構成して 1252 枚の断層像を得た。

結果および考察：

先ず、2 種類の劣化試験前グリースについてナノ CT 測定を行った。得られたグリースの断層像を図 2 に示した。性能の高いグリース A は太さが数 100 nm、長さが 1-数 μm の増ちょう剤と推定される繊維状物が認められ、加えて大きさが数-10 数 μm の塊状物が多数認められた。一方、性能の低いグリース B は太さが数 100 nm、長さが数 μm の増ちょう剤と推定される繊維状物が多数認められ、また繊維状物が凝集したと推定される大きさが数 10 μm の凝集物も認められた。

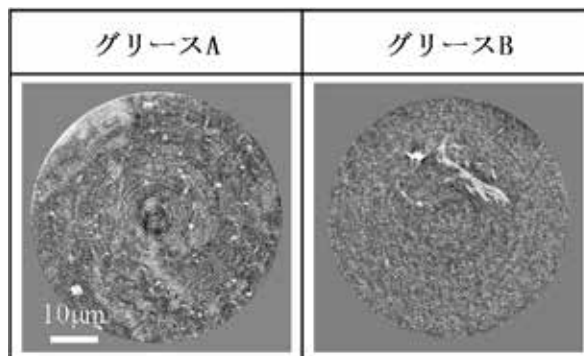


図 2 劣化試験前グリースのナノ CT 断層像

次に、劣化試験後の性能の高いグリース A についてナノ CT 測定を行った。その結果、試験時間が 1 分、10 分、60 分の劣化試験後グリースは何れも劣化試験前のグリースと同様の大きさの繊維状物、塊状物が認められた（図 3）。このことから、性能の高いグリース A は劣化試験後も増ちょう剤の形態、分散状態が変わらず、性能低下が起こりにくいと推定される。

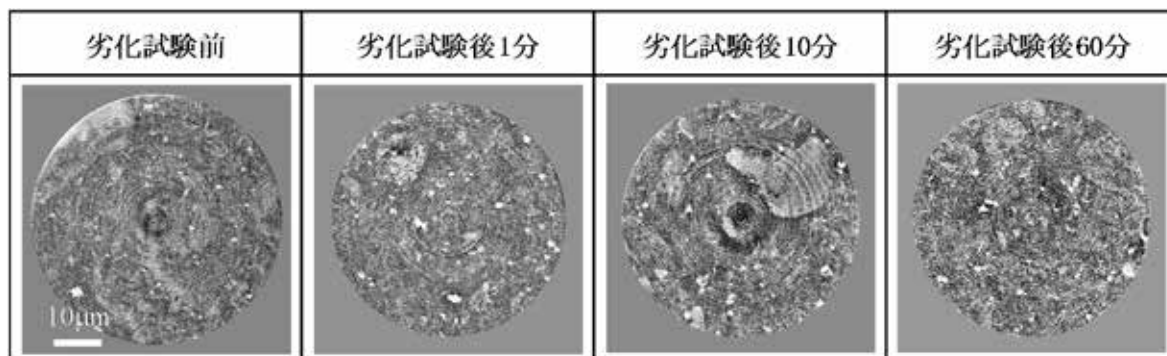


図 3 劣化試験前後グリース A のナノ CT 断層

一方、劣化試験後の性能の低いグリース B についてナノ CT 測定を行ったところ、試験時間が 1 分、10 分、60 分の劣化試験後グリースは何れも CT 測定中に気泡が発生したため、再構成画像を得ることができなかった。このことから、性能の低いグリースは劣化試験後に X 線照射によりラジカルが発生し易い状態（構造）に変化したと推定され、この状態（構造）変化がグリース性能に関与している可能性があるかと推定される。

参考文献：

[1] 野田 隆史 他、トライボロジスト, **61** (4), 275 (2016).