ベアリングと関連機器

さらなる信頼性向上を目指して
軸受技術の最新トレンド

海外軸受技術研究グループ
吉武　立雄

ころがり軸受に関して最も重要視されているのは疲れ寿命の長寿命化である。そこでこの視点から、ころがり軸受技術の最新動向について簡単な展望を試みたい。

●疲れ寿命

疲れ寿命はころがり接触面にはく離が発生して終わる。しかしはく離の発生原因、発生個所、進行プロセスには違いがある。したがって議論を進めるには、この違いを論じる必要がある。

●内部起点はく離と表面起点はく離

「内部起点はく離」は、材料内部に存在する非金属介在物が起点になってころがり接触面がはがれ落ちるはく離である。これはいわば古典的なはく離（寿命）であって、現在では材料の清浄度が著しく向上しているため、こうした現象はほとんど見られない。

それに対して、硬い粒子が存在している潤滑条件下では軸受の軌道面にくぼみが生じてそこからはく離が発生することも明らかになっている。これが「表面起点はく離」である。このはく離（寿命）に対するさまざまな寿命延長対策（潤滑、材料など）が講じられている。

表面起点はく離についての膨大な実験が行われた結果、良好な潤滑条件、低荷重の下ではころがり軸受の疲れ寿命が無限になる（疲れ限度が存在する）という知見ももたらされた。これに基づき国際標準化機構（ＩＳＯ）の新寿命計算法が２００７年に、日本工業規格（ＪＩＳ）は２０１３年に規定された。しかしながら、疲れ限度の存在は確認できないという清水茂夫明治大学名誉教授や、米国の軸受研究で第一人者のザレツキー氏の異論もあって、疲れ限度に関する議論はまだ終わっていない。

●白色組織起点はく離

内部・表面起点はく離に当てはまらない白色組織起点はく離の研究に先鞭（せん）がつけられたのは日本においてであって、それも比較的最近のことである。自動車のオルタネーター（発電機）用軸受の早期破損がその発端であった。

その原因についてさまざまな要因が考えられたが、やがて水素の軸受内部への浸入が大きな役割を果たしていることが明らかにされた。日本の軸受メーカーが先導する形でそのメカニズムの解明が行われ、対策が講じられている。例えば日本精工は新開発のグリースと軸受鋼を対策の二本柱にしている。

一方、水素浸入によるはく離がオルタネーター用軸受だけでなく、製紙機械用軸受、風力発電装置のギアボックス用軸受などにも発生することがスウェーデンのベアリング大手企業ＳＫＦ（軸受世界シェアトップ）によって確認されている。

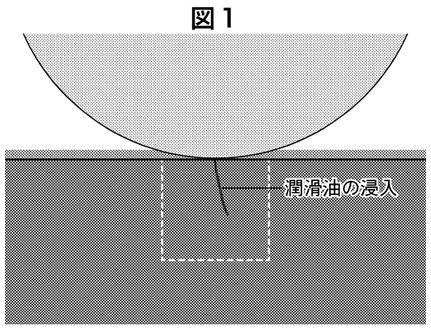
特に欧州でタワー高さ１００㍍クラスの大型風力発電装置が数多く設置されるようになったためそのギアボックス用軸受の早期破損（白色組織起点はく離）の発生件数が急増したのがその契機となったと考えられる。このような高所における軸受の保全、交換費用は装置全体の運転コストに大きく跳ね返る。軸受のさらなる信頼性向上が必要とされるゆえんである。

ＳＫＦの想定したプロセス（軸受軌道面の損傷→クラック発生→潤滑油の浸入→水素の発生→白色組織変化→はく離発生）の一部を**図1、図2**に示す。数多くの対策も提起されている。

●終わりに

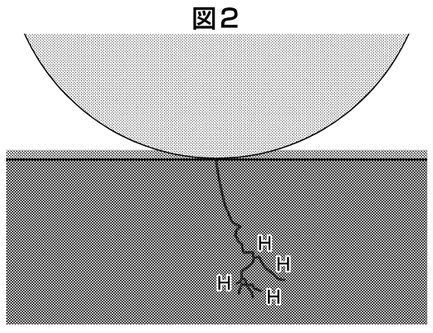
白色組織起点はく離発生のプロセスは非常に複雑なため、これから解明すべき余地は大きい。そこにおいて日本の軸受メーカーが重要な役割を果たすことが期待される。

図1



内部クラックが軌道面につながってそこから潤滑油が浸入する（ＳＫＦ資料による）

図2



潤滑油とクラック内壁とのトライボケミカル反応に起因する水素（H）の発生と、それによって形成される白色組織は軌道面にはく離をもたらす（ＳＫＦ資料による）

有力企業の製品・技術
〈順不同〉

ＴＨＫ

ＴＨＫは「ＬＭガイド（直線運動案内）」のパイオニアであり、世界トップクラスのシェアを誇る機械要素部品メーカー。

静圧案内に匹敵する超低ウェービング性能とローラーガイドを凌ぐ超々高剛性を実現した「ボールリテーナ入りＬＭガイド（ＳＰＲ／ＳＰＳ形）」のほか、内輪・外輪ともに一体構造で高い部品剛性を持つ「複列アンギュラローラーリング（ＲＷ形）」などを開発し、広く産業界に貢献している。また安心・安全な社会づくりのため、工作機械や産業機器分野で得た「ころがり」技術を生かし免震装置を開発。ビルや戸建住宅などで採用され、フロア全体やサーバーラック単体などさまざまな分野で利用されている。

日本精工

日本精工は１９１６年に日本で最初に軸受を生産して以来、軸受、精機製品、自動車部品の生産・開発を通して、産業の発展と機械の進歩に大きく貢献してきた。

同社は産業機械向け高機能標準軸受「ＮＳＫＨＰＳ」シリーズのフルラインアップ化を実現した。軸受の長寿命化、高速化によって、設備のメンテナンスコストの低減、ダウンサイジングなどのニーズへの対応が可能になった。また入手性の向上により、リードタイムの短縮にも貢献する。

今後も市場ニーズに応えて、最新技術を生かした新しい高機能標準製品を開発・提供していく。