

4.2.2 主要機械要素の潤滑

ここでは主要機械要素として転がり軸受、すべり軸受および歯車の潤滑法について解説する。

(1) 転がり軸受潤滑

転がり軸受は軸受の受ける荷重の方向により、ラジアル軸受とスラスト軸受に分けられる。また転動体の種類により玉軸受、ころ軸受、針状軸受などがある。

最も基本的なものは深溝玉軸受で、形状制度がよく低摩擦係数・低振動で、ラジアル、スラスト両荷重を同時に受けられる。また自動調心軸受は軸心とハウジングが傾いても、そのまま正常に回転できる自動調心性を持った軸受である。

ころ軸受は高荷重で高速回転に適する円筒ころ軸受や、ラジアル、スラスト（アキシャル）両荷重を同時に受けられる円すいころ軸受などが一般に使用されている。転がり軸受に使用される潤滑剤は、潤滑油、グリース、固体潤滑剤の3種に分けられる。これらの選定は潤滑をする目的、使用条件、使用環境、軸受回りの構造、保守方法などを考慮して決められる。

転がり軸受におけるグリースと油潤滑の一般的比較を表4.2.2-1に示す。転がり軸受にはグリース潤滑が多用されているが、最近の高速軸受には各種油潤滑給油の採用が増加している。例えば、固体潤滑剤による潤滑は特殊環境下で採用されており、転動面を固体潤滑剤で被覆するものが一般的である。固体潤滑剤の採用に際して、その材料の選択と、潤滑面へ強固に付着する方法が重要であり、使用時間とともに摩耗、脱落していくこと、摩擦モーメントがグリースや潤滑油より高いことに注意を要する。

表 4.2.2-1 転がり軸受におけるグリース潤滑と油潤滑の比較

項目	グリース潤滑	油潤滑
ハウジングの構造	密封構造の簡素化が可能	密封構造が複雑
他機械要素との潤滑剤共通化	困難	容易
潤滑系統の設置	単純（軸受だけでも可）	複雑、大規模
潤滑剤の供給	長期無給脂可能	連続給油が必要
保守のしやすさ	容易	面倒
潤滑剤の量	少量	多量
潤滑剤の交換	やや複雑	簡単
防塵性	良好（グリースにシール作用あり）	密封装置が必要
異物のろ過	不可能	良好（フィルタ設置）
防錆性能	表面付着で防錆	長期停止中では防錆性不足
運転速度	低速～中速	高速までの全領域
トルク（摩擦係数）	やや大	低い（適正潤滑油の選定）
冷却性（熱放散）	なし	大きくできる
使用温度範囲	-50～250	-50～250
真空中での使用	真空用グリースで対応	困難
設備コスト	低い	高い
運転コスト	低い	高い

グリース潤滑では、耐水性や耐熱性などを考慮して種類を選定する。グリースはあらかじめ軸受に封入されて装置に組込まれる。簡単な場合には、シール付き軸受でそのまま使用されるが、多くの場合、グリースカップやグリースガンなどによってグリースが補給さ

れる。また、給脂困難な箇所や多数箇所の軸受に確実に給脂する必要のある大型装置の場合には、集中給脂装置が採用されている。

グリース充填量は軸受箱内の2分の1程度とし、高速回転になるほどかくはん抵抗を減らすため充填量を減らしていくのが一般的である。

油潤滑では油浴潤滑が一般的であるが、用途に応じ飛沫給油、滴下給油、循環給油、ジェット（噴射）給油などの潤滑法が用いられる。

このうち、ジェット潤滑給油は循環給油の一形態で、油圧をかけた油をノズルからオイルジェットにして軸受の転動面に直接かける方法である。これは大きな冷却効果を得ることを目的としたもので、高速軸受給油として最も信頼性が高い潤滑法である。軸受が高速になるにつれ、転動体や保持器の風圧が高くなり、潤滑油が侵入しにくくなるので、それに打ち勝つだけの給油圧力を必要とする。一般にノズルは保持器の内面に向け、給油圧力は100～500kPa、給油量は1軸受当たり1～5 l/minとする。またノズル径は1から11.5mmの場合が多い。

(2) すべり軸受潤滑

すべり軸受は潤滑方法によって、動圧軸受、静圧軸受、乾式軸受の3種に大別される。

乾式軸受やグリース潤滑軸受を除くほとんどのすべり軸受は、流体潤滑領域で潤滑されている。従って一般的にすべり軸受における潤滑剤の供給方法を選定する際には、流体潤滑油膜が安定して形成されるように潤滑油の粘度、油量、汚染対策を十分考慮する必要がある。

動圧軸受における一般的に採用されているのはポンプを用いた強制潤滑であるが、軽負荷、低速の場合には軸受の一部を油で浸しておく油浴潤滑、リングやチェーンによるはねかけ潤滑、油の滴下潤滑およびフェルトなどの毛細管作用による潤滑方法がある。

潤滑に必要な潤滑油の量はそれほど多くないが、常に給油を継続していないと油切れが生じ致命的事故につながる場合が多いことと、冷却が必要なために給油量は多めに供給されるのが普通である。しかし、油量が多いと油のかくはんによる軸受の動力損失が増加し、温度上昇の原因となる。油浴潤滑では特に油面管理が重要である。

静圧軸受の特徴は、作動流体として潤滑油、空気などいかなる流体も使用でき、完全な流体潤滑ができるため摩擦係数が最も低く、軸位置を高精度で制御できるなどの長所がある。しかし、軸受装置のコストが高いため一般には特殊な機械装置に採用されている。

乾式軸受は、単純に装置に取り付けるだけでメンテナンスも不要にでき、以下の条件の成り立つ用途に利用される。しかし、摩擦係数や摩耗が大きいなど多くの課題がある。

- i. 潤滑油膜ができにくい場合：静圧軸受がコスト的に成立せず、動圧軸受では油膜形成が望めないような、低速あるいは揺動、往復摺動、頻繁な起動停止をする場合。
- ii. 使用雰囲気が過酷な場合：広範な使用温度、真空中、不活性ガス中、放射線環境下、水中、薬液中、あるいは軸受面への異物の侵入が考えられるところ、静圧や動圧軸受を使用することが困難な場合。
- iii. 無人化や保守管理の省力化をはかる場合：潤滑系統を省略し、システムを簡素化する。
- iv. 環境汚染防止を図る場合。