

ここにベアリングが使われています

ベアリング編集小委員会

自動車用エンジンおよびエンジン補機用ベアリングについて

エンジンは火力、風力、水力および電力などのエネルギーを機械エネルギーに変えてものを動かす装置の総称であり、人間でいうところの心臓である。自動車用のエンジンの主流は、なんとといってもガソリンエンジンとディーゼルエンジンの2つに絞られるだろう。

パワーが出るだけでなく、快適性、経済性、低公害性などの観点から電気モータのみ、電気モータとガソリンエンジンの併用(ハイブリッド)、メタノールを燃料としたメタノールエンジンなどの開発にしのぎがけずられていることはすでにご存知の通りである。

ディーゼルエンジンは、ガソリンエンジンに比べて燃料消費量が少なく、低速回転のトルクが大きいなどの特長をもつ。主として大型トラック、バスなどに広く利用されている。また小型高速ディーゼルエンジンの進歩により、欧州では広く乗用車にも使用されている。一方、ガソリンエンジンは、引火性が高いための危険性を伴うが、軽量小形で振動音も小さく、価格も安いことから乗用車、小型トラックに使用されている(表1参照)。ここでは、ガソリンエンジンについて話を進める。

エンジンは、密閉されたシリンダー内をピストンが繰り返して往復運動をすることによって生じたエネルギーをコンロッド、クランク軸で回転運動に変える。吸入・圧縮・燃焼・排気の循環を1サイクルと言い、1サイクルを4行程で行

うものを4サイクルエンジン、1サイクルを2行程で行うものを2サイクルエンジンという。表2に2サイクルエンジンと4サイクルエンジンの比較を示す。

表1 ディーゼルエンジンとガソリンエンジンの比較

| | ディーゼルエンジン | ガソリンエンジン |
|--------------|-----------|----------|
| 馬力あたりのエンジン質量 | 大 | 小 |
| 馬力あたりのエンジン価格 | 高い | 安い |
| 熱効率 | 良い | 悪い |
| 経費 | 安い | 高い |
| 火災の危険度 | 少ない | 多い |
| 騒音・振動 | 大きい | 少ない |
| 冬季の始動性 | やや悪い | 良い |

表2 2サイクルエンジンと4サイクルエンジンの比較

| | 2サイクルエンジン | 4サイクルエンジン |
|----------|-------------|-----------|
| 機構 | 簡単 | 複雑 |
| 製作費 | 低い | 高い |
| 出力あたりの重量 | 小さい | 大きい |
| 容積 | 小さい | 大きい |
| 燃料消費量 | 多い | 少ない |
| 有効回転速度範囲 | 狭い | 広い |
| 主用途 | 軽自動車, オートバイ | 自動車 |

1. エンジン用ベアリング

エンジンにおけるベアリングの使用箇所は図1に示すように、コンロッド小端、コンロッド大端およびクランク軸支持ベアリングに限定される。

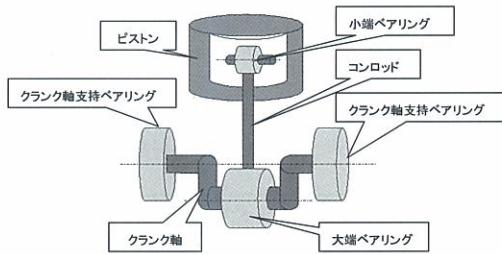


図1 エンジンにおけるベアリング

コンロッド小端のベアリングには、爆発力と慣性力による荷重を、コンロッド大端のベアリングには遠心力、爆発力および慣性力による荷重を負荷することになり、そのうえ大きな速度変動を伴う。クランク軸支持ベアリングについても機械に使われている中でも厳しい環境下で使われるベアリングといえる。

4サイクルエンジンの使用される自動車では、これらの用途にはローリングベアリング（転がり軸受）ではなく、ブレインベアリング（滑り軸受）が採用されている。これは強制給油される潤滑条件下では十分な油膜形成が行われ、疲労を伴う転がりよりも滑りのほうが優位のためと思われる。

一方、2サイクルエンジンの使用される二輪車では、ガソリンと油の混合油でガソリンの比率が高く油潤滑の期待できない貧潤滑条件下で、ローリングベアリングが使用される。クランク軸支持ベアリングには、深溝形のボールベアリングが使用されており、高出力化のための摩擦抵抗低減、貧潤滑下での耐焼付性向上のため軌道輪、保持器などにいろいろな工夫がこらされている。

慣性力を小さくするため、コンロッドおよびピストンを可能な限り軽量化しなければならない。そのために、大端ベアリングおよび小端ベアリングには、占有空間の小さく負荷容量の大きいニードルローラベアリングが使用される。大端ベアリングには、遠心力、爆発力および慣性力が負荷し、大きな速度変動を伴うことによって油膜切れの危険性が高い。そのため保持器摺動面に工夫が施されている。また小端ベアリングには、爆発力および慣性力が負荷し揺動運動をする。往復部の重量の軽量化のため、小端ベアリングのころにはセラミックスを使用することが検討されている。

今後、ますます地球環境の改善が叫ばれると同時にローリングベアリングの性能向上によって、圧延機に使われるベアリングがそうであったようにいずれの日か自動車用エンジンにもローリングベアリングがブレインベアリングに取って代わる日が到来するのではなかろうか？

2. エンジン補機用ベアリング

エンジン補機に使われるベアリングおよびその特徴を表3にまとめてみた。

自動車に使用されるベアリングは、1台あたり60~100個ともいわれている。このベアリング (bearing) は、“bear”すなわち“耐える”の現在進行形である“耐え続けている”を意味するものである。厳しい環境の中、表からは見えない機械装置の奥深いところでは耐え忍び、自動車という現代社会の基幹産業に貢献しつつけるベアリングは、摩擦の低減、長寿命化によるベアリングの小形軽量化などにより、これからも地球環境改善を目的とした循環形社会に大きく貢献するものと信じて止まない。このベアリング産業に携われる私たちは幸せである。

表3 エンジン補機用ベアリング

| 装置 | 機能 | 使用されているベアリングおよびその特徴 |
|-----------------|--|--|
| オルタネータ | エンジンの動力によってベルト駆動し、走行中に発電・充電を行う交流式発電・充電器のこと。 | 保持器、シールおよびグリースは高速・高温に適した材料、機能をもつボールベアリング。 |
| ウォーターポンプ | 冷却水を強制的に循環させるためのポンプ。クランク軸の回転を減速してファンベルトで駆動させていることが多い。 | 軸と内輪が一体になったウォーターポンプベアリング。ボール/ボールタイプおよびボール/ローラタイプの2種類がある。(写真1参照) |
| ファンカップリング | 冷却ファンとこれを駆動するプーリーの間に設けられ、シリコンオイルの熱膨張を利用してファンの回転を制御する装置。 | 密封形のボールベアリング。シールには、シリコンオイルに強い材料が選択される。 |
| スーパーチャージャー | 低回転から一定の圧力を得るために、エンジンの動力をベルトでコンプレッサーに伝えて、吸入した空気を圧縮してエンジンに供給する装置。 | 自由側にシリンドリカルローラベアリング、固定側に複列アンギュラボールベアリング。 いずれも外輪とハウジング間のクリープ防止の工夫がされている。 |
| ターボチャージャー | エンジン高出力を得るため、排気ガスのエネルギーでタービンを回転させ、これに直結したコンプレッサーによって吸入空気を圧縮し、シリンダーに供給する装置。 | 一般にはブレインベアリングが使用され、単列アンギュラボールベアリング、軸と内輪が一体化した複列アンギュラボールベアリングユニットなどもある。 |
| テンショナー・アイドラプーリー | ベルトの張力調整、ベルト走行経路の変更を行うプーリー。 | プーリーと外輪が一体になったボールベアリング。(写真2参照) |
| バルブリフト | カムシャフトの回転運動を往復運動に変えてバルブに伝達する部品。 | 保持器のない総ころ形ローラベアリング。(写真3参照) |

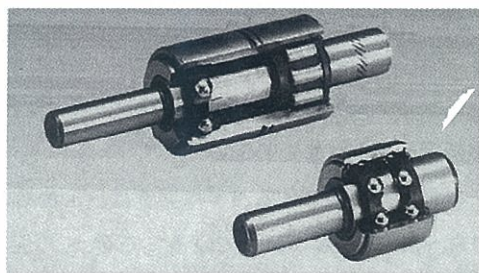


写真1 ウォータポンプ

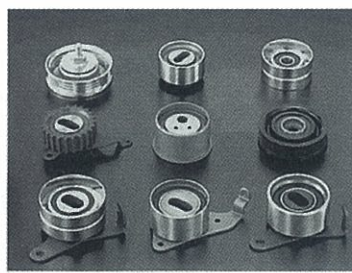


写真2 テンショナー・アイドラプーリー用ベアリング

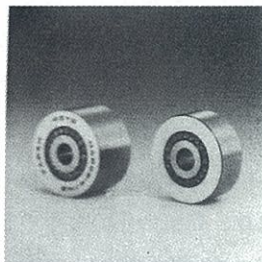
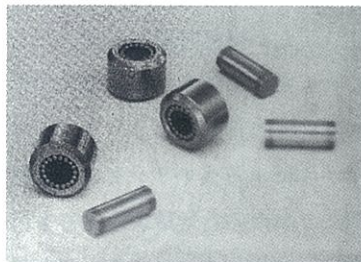


写真3 バルブリフト用総ころ形ベアリング