

自動車用駆動系軸受の技術動向

Technical Trend of Bearing for Automotive Drive Train

北村昌之 M. KITAMURA

Circumstances surrounding automobile industry are required of improvement in fuel efficiency and reduction of CO₂ gas emission in view of preventing global warming. Under such condition, drive train bearings are also required of low torque, compactness, light weight and others. Here introduces development trends for each bearing needs.

Key Words: drive train bearing, environment, fuel efficiency, weight reduction, compactness

1. はじめに

自動車を取り巻く環境は、地球温暖化防止の観点から、従来以上の燃費向上、CO₂排出量削減が求められている。駆動系については、一層の効率向上、軽量化等の燃費向上技術のみならず、ハイブリッド自動車等の新しいパワートレインの技術開発も進められている。

一方で、動力性能の向上、操縦安定性、居住性等の快適性向上が求められており、こうした高出力、小型軽量化というニーズに応える必要がある。

図1に駆動系ユニットのニーズと軸受の技術課題を示す。ここでは自動車の駆動系に関する最近の技術動向について述べる。

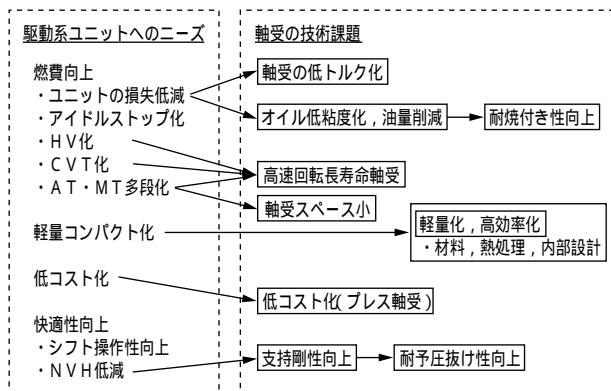


図1 駆動系ユニットのニーズと軸受の技術課題

Needs for drive train unit and technical issues of bearing

2. 技術課題

2.1 低トルク化，高速化

1) 円すいころ軸受

円すいころ軸受は他の軸受形式に比較し、小さいサイズで大きなラジアル、アキシアルの両方向荷重を受けることができるため、コンパクト化に

有効で多くの駆動装置に用いられている。しかしながら、つば～ころ間が滑り接触のため摩擦トルクが玉軸受に比べ大きいという欠点を持つ。この滑り面の接触状態に改良を加え、軌道形状を最適化、滑りトルク、転がり粘性トルクの双方低減し、一般品にくらべ20～40%低減したLFT軸受を開発し、現在量産中である。

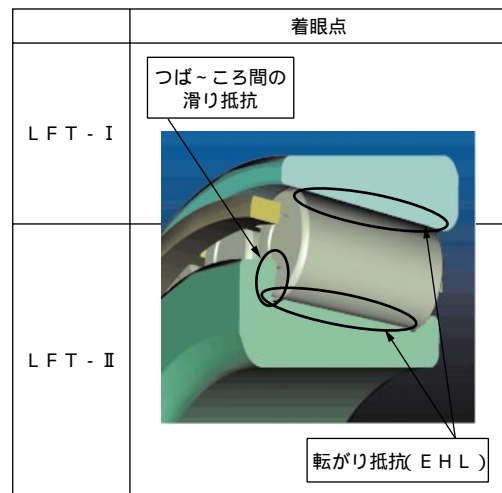


図2 低トルク円すいころ軸受の着眼点

Aim of LFT bearing

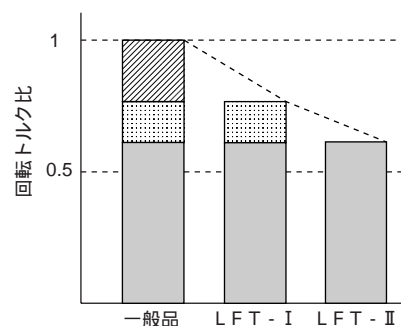


図3 低トルク化効果

Effect of low torque

現在，更なるトルク低減に向け，潤滑剤の攪拌抵抗低減，供給油量制限に着眼，接触角，ころ構成(径，長さ，数)等を最適化することによりLFT-II軸受に対しさらに約20~30%トルク低減した軸受を開発している。

この軸受をリヤデフに採用することにより，ECモードで1~2%の燃費向上が期待できる。

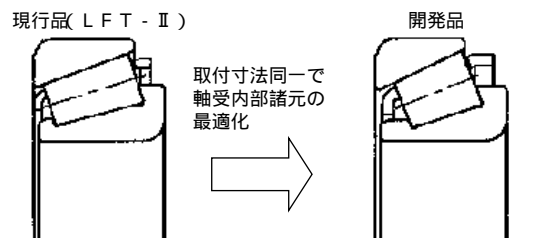


図4 最適化設計例

Example of optimal design

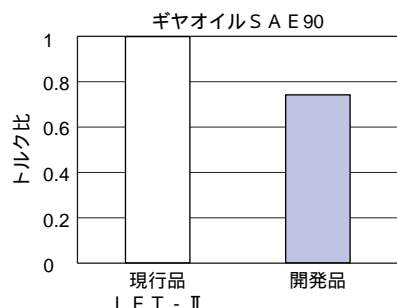


図5 開発品の低トルク化効果

Low torque effect on the developed product

2) 針状ころ軸受

・プラネタリ用

プラネタリ用針状ころ軸受は現在，総ころタイプが主流であるが，低トルクニーズの高まりと多段化による高速化により，保持器付き針状ころ軸受を開発している。保持器付きにすることにより，ころ間の滑り摩擦を低減することに加え，ころのスキュー力を低減すべく，ころ転動面に最適なクラウニングを施し，総ころタイプに比べ，約33%のトルク低減を達成している。

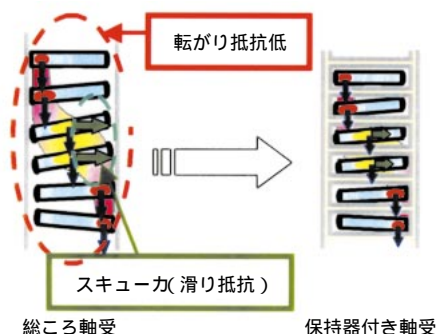


図6 保持器付き化

Retainer-mounted needle roller bearing

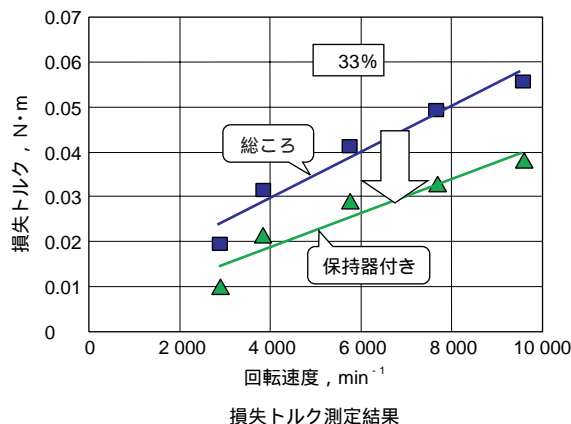


図7 低トルク化効果

Effect of low torque

・滑り軸受の転がり化

自動変速機には多くの滑り軸受が使用されているが，これらを転がり軸受に変えることにより大幅なトルク低減が可能となる。超薄肉シェル型針状ころ軸受の開発により，滑り軸受と同じスペースで置換することが可能である。

また，オイルポンプ近傍に使用されるものについては，貫通油量を制限できるものも開発されており，オイルシールの信頼性もほぼ従来通り確保でき，大幅なトルク低減が可能である。

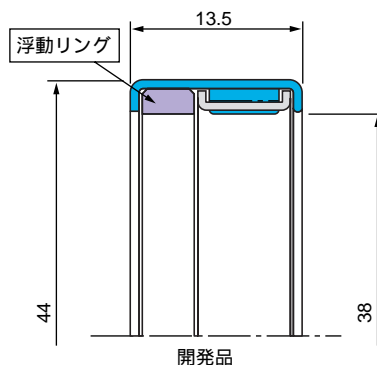


図8 貫通油量制限軸受

Bearing with controlled oil penetration

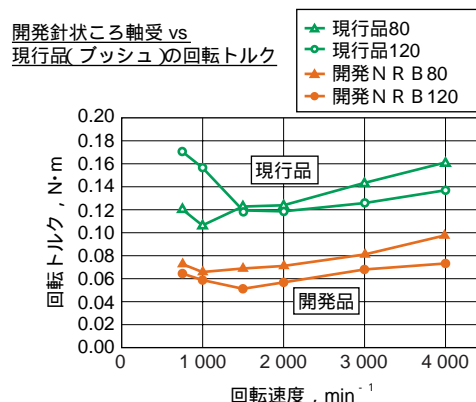


図9 転がり軸受化の効果

Effect of rolling bearing

2.2 長寿命化

2.2.1 異物油対応

オイル潤滑で使用される軸受は、部品加工時に発生する切粉、バリ、使用中に発生するギヤ等の硬質摩耗粉を含んだオイルにて潤滑される。こうした潤滑条件下での軸受のはく離モードは、異物かみこみによる圧痕の縁を起点とした表面起点はく離や摩耗を伴った表層はく離となり、一般軸受では清浄油中の場合の数分の1から数十分の1の短寿命となる。Koyoでは、表面硬さの向上、残留オーステナイト量の最適化を施したKE熱処理(特殊熱処理)、高濃度浸炭を適用したKE-II軸受を開発、一般軸受に対しそれぞれ約10倍、15倍の長寿命を達成した。

この軸受は、ユニットのコンパクト化、軽量化、高容量化に大きく貢献している。

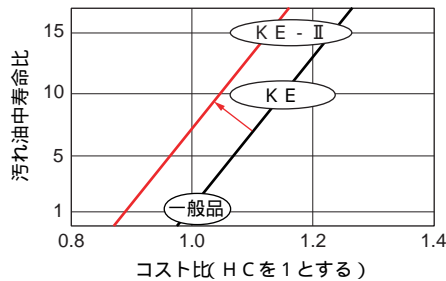


図10 KE-IIの狙い
Aim of KE-II bearing

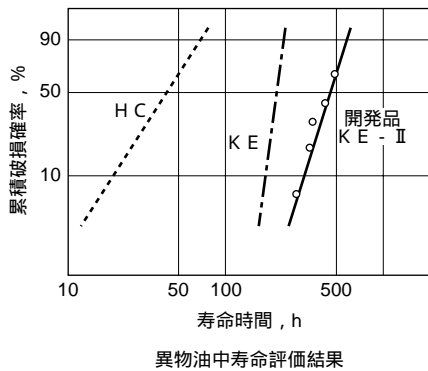


図11 長寿命化効果
Effect of longer life

2.2.2 高負荷，高モーメント対応

エンジントルクの増大とユニットケースの軽量化は軸受荷重を増大させるとともにシャフトの撓みを増大させる。この結果、特に線接触する円すいころ軸受ではエッジ応力により短寿命に至る場合がある。Koyoでは、最新のコンピュータ技術を駆使しケース～軸系の剛性解析(図12)に基づき、転動面の応力分布を平準化したクラウニング(対数)形状が開発され、LC(Long Life Crowning)

軸受として量産中である。ミスアライメントが大きい場合には、LC軸受は一般軸受に対し、約2倍以上の長寿命が図られている。

また、このクラウニング形状のコンセプトは、標準軸受にも応用されている。

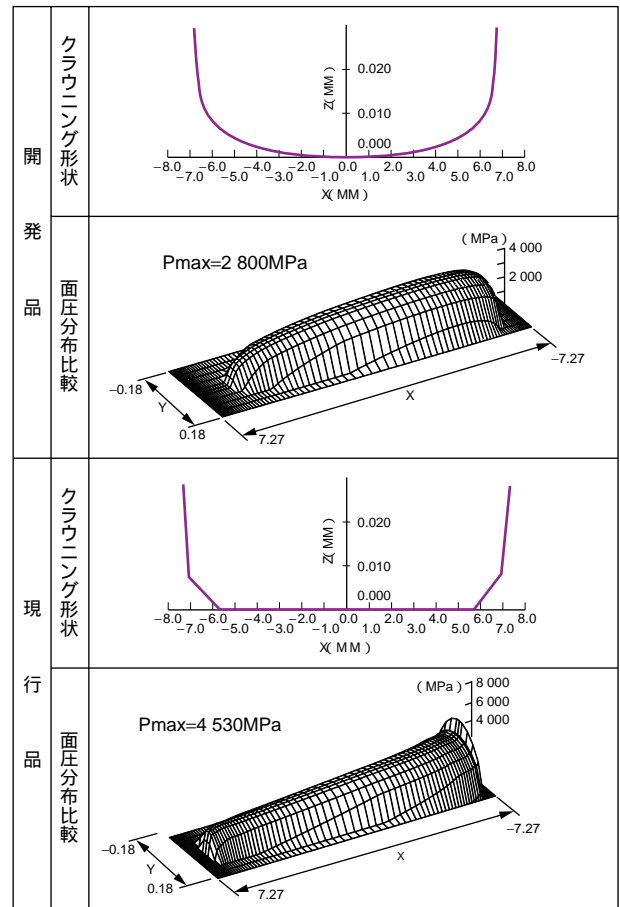


図12 接触面圧分布

Distribution of contact surface pressure

●ミスアライメントと寿命比(接触応力から計算)

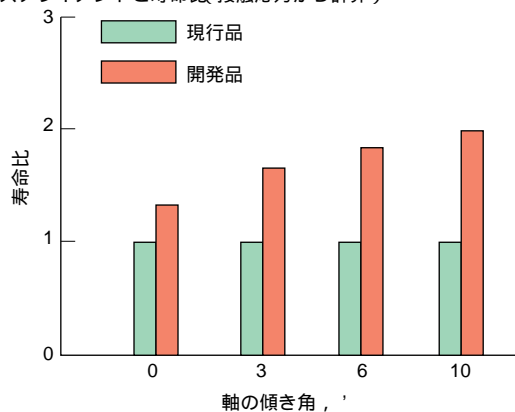


図13 長寿命化効果
Effect of longer life

2.3 軽量・コンパクト化

2.3.1 プレス軸受

塑性加工技術・熱処理技術の向上により、薄肉のプレス鋼板を軌道輪に用いた軸受がクラッチリリース用軸受で開発されている。従来と同様の寿命を確保しながら、約15%の軽量化、約10%の低コスト化を達成している。

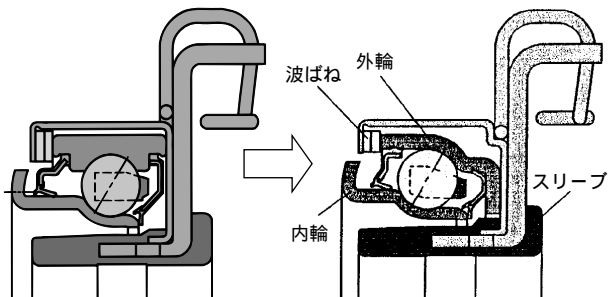


図14 従来軸受とプレス軸受比較

Comparison between conventional and pressed bearing

2.3.2 樹脂保持器

適正な材料と強化剤を組み合わせることにより、各種ギヤオイルに適用できる樹脂保持器が開発されており、玉軸受、針状ころ軸受、円筒ころ軸受などに使用されている。図15は、中型トラックの手動変速機用の円筒ころ軸受への適用例であり、約10%の軽量化と低コスト化を実現している。



図15 保持器樹脂化例

Example of resin retainer

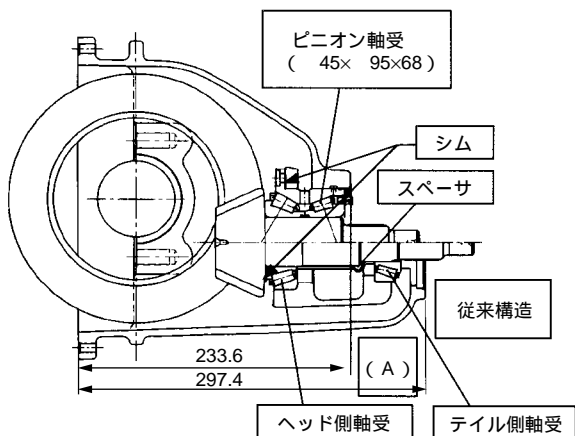
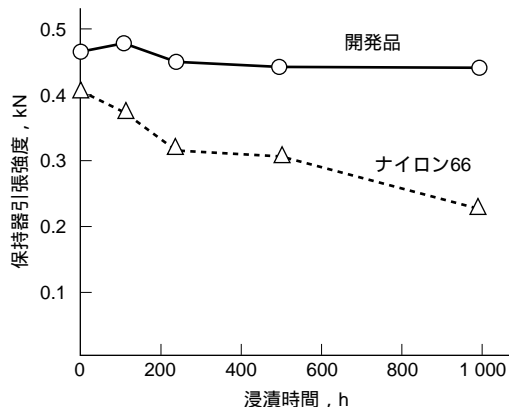


図17 デフピニオンユニット化例

Example of differential pinion unit

円すいころ軸受・玉軸受用



円筒ころ軸受・針状ころ軸受・玉軸受用

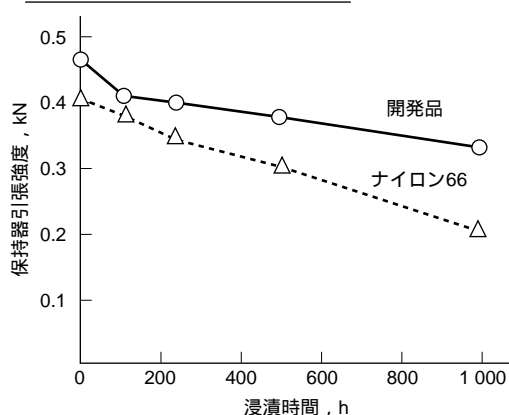


図16 樹脂保持器強度

Strength of resin retainer

2.4 ユニット化

デフユニットの軽量化のためキャリア材質にアルミ合金、マグネシウム合金などの軽合金材の使用が増えている。このことにより、軸受予圧変化の低減、支持剛性の向上、軽量・コンパクト化、客先での組込み作業の簡素化、安定化が要求される。当社では、コンパクトなユニット軸受を開発している。

部 品	従来構造	ピニオンユニット
軸・キャリア		Simple
ヘッドベアリング		
テイルベアリング		ユニット化
スペーサ		
オイルシール		
ハイト調整用シム		調整容易

また，自動変速機においては，多段化等による構造の複雑化により，軸受支持位置の設計自由度，支持剛性の確保，組込み作業の簡素化，組込み予圧の安定化が要求される．図18¹⁾，19にその自動変速機用ユニット軸受の適用例を示す．

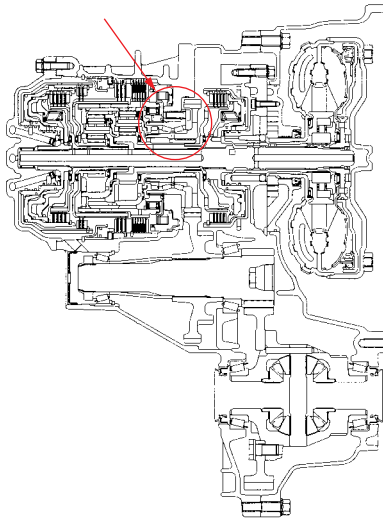
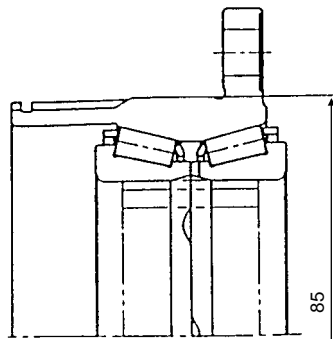


図18 自動変速機への使用例¹⁾

Application example to automatic transmission



フランジ付き

図19 ユニット軸受

Unit bearing

3. おわりに

自動車用駆動系軸受について最近の技術取組みについて紹介したが，今後環境面から駆動システム・駆動ユニットは更なる進化と多様化が進み，そこに用いられる軸受には従来にない高いレベルの技術が必要になることが予想される．

当社としては長期的視野に立って，トライポロジー，熱処理技術，精密加工技術というコア技術を駆使した軸受技術開発を進め，世に感動を与える価値技術の数々を提案し続けていきたいと強く思う．

参考文献

- 1) 三菱自動車工業(株): F4A4整備解説書 (2003-5).

筆者



北村昌之*

M. KITAMURA

* 理事 軸受事業本部 中部テクニカルセンター