

総 説 2

最近の自動車部品用グリース

中央技術研究所
潤滑油研究所 工業用潤滑油グループ

あやめ ゆうすけ
菖蒲 祐輔



1. はじめに

近年、CO₂ 排出削減への取り組みとともに、原油価格が異常ともいえる高騰をした結果、自動車の省燃費性に対して大きな関心が寄せられるようになった。原油およびガソリン価格は2009年9月を境に急速に下落したが、経済情勢が悪化した影響を受け省燃費性への関心は維持され、ハイブリッド車や電気自動車が注目されている。従来のエンジン車においても、省燃費を達成するために新機構の部品の搭載や軽量化が進められ、グリースにも新たな要求が生まれている。

また、車両の快適性についても従来同様に非常に重要視されている。図1に示すように、グリースには居住空間の拡大や静粛性の向上のためエンジンルームが縮小・密閉化されることによる耐熱性の向上や、NVH特性 (Noise, Vibration, Harshness; 騒音・振動・乗り心地) の向上が要求されている。

本稿では、進化・発展を続ける自動車(主に乗用車)用部品に使用されるグリースの中から、快適性に大きく影響を及ぼすものとしてCVJ用グリースを、省燃費に向けた新機構部品としてワンウェイクラッチ内蔵プリー用グリースを、快適性と省燃費の両方に影響するものとして車載モータ用グリースを取り上げ、特徴について紹介する。

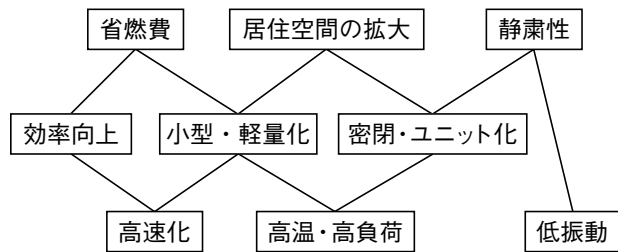


図1 自動車用グリースの要求性能

2. 等速ジョイント (CVJ) 用グリース

2.1 CVJの概要

等速ジョイント (CVJ; Constant Velocity Universal Joints) とは、入力軸と出力軸がどのような角度 (作動角という) を

とって回転しても、常に滑らかなトルク伝達が可能な継手の総称である。CVJは主にミッションとタイヤを繋ぐドライブシャフトに使用されており、種類は大きく二つに分類される。一つは主に車輪側に使用され、大きな角度を取ることができる固定式、もう一つは主にエンジンやデフ側に使用され、固定式ほど大きな角度は取れないが軸方向にスライドすることができるしゅう動式である。取り付け例を図2に示す。

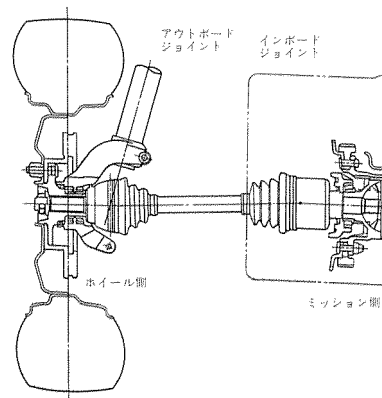


図2 CVJの種類と取り付け例

CVJが自動車に必要な理由は、不等速ジョイント (たとえばカルダンジョイント) では図3に示すように、入力軸と出力軸に角度がある場合に回転が不等速で伝えられるため、乗り心地が悪くなったり振動の原因になったりするためである¹⁾。

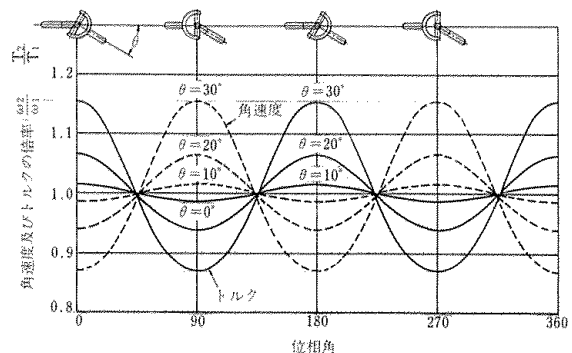


図3 不等速ジョイントの角速度およびトルクの変化²⁾

前輪の操舵により大きく角度がついた状態で駆動するFF車(Front Engine Front Drive)や、4WD車(4 Wheel Drive)にはCVJは不可欠なものである。FR車(Front Engine Rear Drive)でも独立懸架方式(IRS: Independent Rear Suspension)の採用により左右輪の上下動を独立して吸収させるようになり、国内ではほとんど全ての乗用車にCVJが使用されている。

また、4WD車やFR車の推進軸については、大きな角度がなく角速度変化も小さいため、従来カルダンジョイントとスプライン(軸に伸縮自在なスライド機能を持たせるために軸を2分割し、一方にオス型スプライン、他方にメス型スプラインを成型し、これをはめ合わせた機構)で構成されていた。しかし、乗り心地の向上、車両軽量化による振動の顕在化、レイアウトの自由度向上などの理由により、推進軸にも等速で回転しながら軸方向にスライドするしゅう動式CVJが適用されるようになっていった。さらに、固定式CVJもしゅう動式CVJと組み合わせで適用されている。

さらに、操舵軸にも従来カルダンジョイントが使われてきたが、単独の使用では大きな角度をとると操舵フィーリング(ハンドルを操作するとき、運転者に伝わる感触)を悪化させる。これを回避するために2個のジョイントを設定角度が等しくなるように組み合わせ、さらに互いの回転角速度変動を打ち消しあう回転方向位相に配置することで等速性を確保している。近年、車両の小型・軽量化と室内スペースを両立するため、ますますエンジンルーム内のレイアウトがとりづらくなっている。そのため、軽量・コンパクトでねじり剛性の高い操舵軸用CVJが期待されている。²⁾

2.2 CVJ用グリースの要求性能

CVJに封入されるグリースは、接触部への介入性、ブーツ側へのグリースの偏り防止やブーツ材料との相性などを考慮したグリースが用いられる。日本では、1980年代まではリチウムセッケングリースが主流であったが、1990年代以降はウレアグリースの使用が増加しており、現在では大半を占めている。これは、ウレアグリースが耐熱性に優れ、耐フレーキング性を向上させるだけでなく、低摩擦であるためである。

CVJに封入されるグリース量は、軸受と比較して格段に多いため、コストを考慮してほとんどが鉱油系グリースである。鉱油の粘度や種類(パラフィン系、ナフテン系など)は、要求特性に応じて選択されている。

固定式CVJでは、耐久性を重視し耐フレーキング性や耐摩耗性を向上させるために、S(硫黄)系、P(リン)系添加剤やカルシウム塩、 MoS_2 (二硫化モリブデン)に代表される固体潤滑剤などが添加されている。なお、以前は低コストで優れた極圧性能を示すPb(鉛)系添加剤が多用されていたが、環境問題からPb系添加剤を含まないグリースに置き換わっている³⁾。

しゅう動式CVJでは耐久性とともにNVH特性の向上が重要となる。しゅう動式CVJはスライド時の抵抗が大

きいとエンジンや路面からの振動を吸収できず、車体に伝えて床やハンドルを振動させることがある。さらに、作動角をとりながらトルクを伝達するとき、誘起スラスト力や強制力と呼ばれる内部の摩擦力に起因する周期的な軸方向の力を発生する。誘起スラスト力は他の部品と共振しシャッターを発生させることがある。そこで、グリースには有機Mo化合物やZnDTP(ジチオリン酸亜鉛)、S系、P系添加剤やカルシウムスルホネートなどを組み合わせ、低摩擦係数を示すものが使用されている。

今後、CVJは燃費向上、自動車設計の自由度向上からより小型・軽量・高角度化していくと考えられ、グリースにはさらなる耐久性、耐荷重性、低摩擦化が求められる。また、固定式CVJとしゅう動式CVJのグリースの統合など、低コスト化と取り扱い性向上も必要となる。今後、電気自動車や燃料電池車が普及してきた際にもCVJは使用されると予測され、継続的な研究・開発が行われていくであろう。

3. ワンウェイクラッチ内蔵プリー用グリース

ディーゼルエンジンは従来、均一な燃焼が難しく NO_x や黒煙を排出しやすい問題があった。しかし、1990年代後半から登場したコモンレール方式の燃料噴射装置により、最適状態となるような燃焼が可能になると、ガソリンエンジンより熱効率が高く、環境への負荷が小さいことから、欧州を中心にディーゼル車の普及が進んだ。一方でディーゼルエンジンは、圧縮比が高いためトルク変動が大きく、オルタネータやカーエアコン用コンプレッサなどの、エンジン補機・電装品を駆動するベルトの張力が変動し、ベルト寿命が低下するという問題を抱えている。

この問題を解決するため、慣性トルクが最も大きいオルタネータのプリーにベルトの張力変動を吸収するワンウェイクラッチを内蔵させている。プリー内蔵ワンウェイクラッチの構造例を図4に示す。この構造の場合、ベルトの掛かっている外輪側の速度が速いときは、玉がくさびのようにかみ合い内輪に力を伝達する。逆に内輪の速度が外輪より速くなると、玉が外れ内輪だけで空回りする。作動概念を図5に示す⁴⁾。ワンウェイクラッチにより、エンジンの正回転方向のみトルクがオルタネータに伝わるため、ベルトに係る負荷が低減される。結果的にはフリクションが低減され、燃費向上に貢献するとの報告もある⁵⁾。

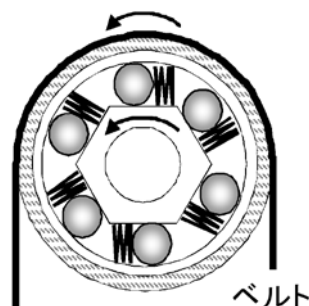


図4 軸受内蔵ワンウェイクラッチ構造

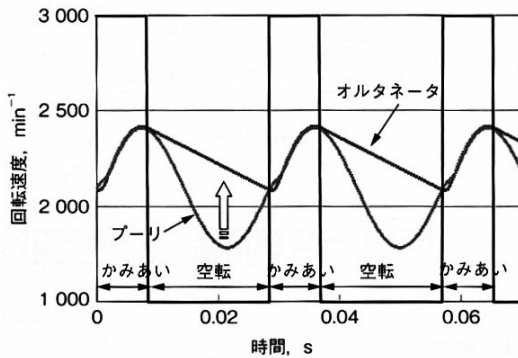


図5 ワンウェイクラッチ作動概念図⁴⁾

ガソリンエンジンにおいても、燃費改善のための直噴化やアイドル回転数の低下などによりベルトの回転変動が大きくなる傾向にある。そこで当初はディーゼル車主体であったワンウェイクラッチの採用はガソリン車へも普及してきており、将来は全車に採用されるとの見方もある。

ブリー内蔵用ワンウェイクラッチに使用するグリースの歴史は他の自動車用グリースに比べると浅く、ロック性の向上、摩擦の最適化、耐摩耗性の向上、高温高速長寿命化を図る必要がある。ロックとは金属同士が接触している状態であり、油膜が存在すると金属同士がうまく接触できず滑るため、ロックをスムーズに行うには、油膜の破断しやすさが重要となる。油膜が破断しやすいことは、摩耗が起りやすい状況にある。しかし、摩耗を抑えるために基油粘度を高くすると、低温時に油膜が厚くなりスリップしてしまう。したがって、ロック性向上と長寿命化、耐摩耗性の向上は相反する要求である。そこで、低温においてロックがスムーズに行われるように低粘度基油を使用し、摩擦調整剤や摩耗防止剤などを添加したグリースが主に使用されている。

ワンウェイクラッチの全車採用には、これら相反する要求を満たすグリースが必須であり、グリースの飛躍的進歩が期待される⁶⁾。

4. 車載モータ用グリース

自動車には数多くのモータを用いたシステムが安全性および快適性向上のため搭載されるようになった。室内、ドア、エンジンルーム、バックパネルとあらゆる場所にモータは搭載されている。図6にボディ系モータの搭載位置と適用モータを示す⁷⁾。これらのほかに、電動スロットル、ISCV (アイドルスピードコントロールバルブ)、EGR (排気ガス再循環装置)、電動パワーステアリングモータ、ABS (アンチロックブレーキシステム) など車両制御に関する部分にも数多くのモータが搭載されるようになってきている。



- | | | |
|----------------------|-------------------|-----------------|
| ① リトラクタライト用、 | ② ヘッドライトクリーナ用、 | ③ ウォシャ用、 |
| ④ フロントワイパ用、 | ⑤ ブロウ用、 | ⑥ サーボモータ、 |
| ⑦ オートエアコン用、 | ⑧ ミラー用、 | ⑨ パワーウィンドウ用、 |
| ⑩ ドアロック用、 | ⑪ パワーシート用 (スライド)、 | ⑫ パワーシート用 (上下)、 |
| ⑬ パワーシート用 (リクライニング)、 | ⑭ サンルーフ用、 | |
| ⑮ 電動カーテン用、 | ⑯ 空気清浄機用、 | ⑰ リヤワイパ用、 |
| ⑱ 電動アンテナ用 | | |

図6 ボディ系モータの搭載位置と適用モータ⁷⁾

4.1 モータ軸受用

電装品モータはモータ、軸受、減速機、ギヤ、接点などから成り立っている。使用されるグリースはモータ、軸受、減速機、ギヤなどのしゅう動部でグリース量のほとんどを占めており、摩擦・摩耗の制御という潤滑剤本来の目的として使用されている。

モータ軸受用グリースに共通して要求される性能は広温度範囲にわたってトルク特性 (トルク安定性、低トルク性) が良好であることである。例えば寒冷地での走行を想定した場合、各種モータ軸受用グリースとして低温でのトルクの値が高いグリースを使用すると、トルクの増大によりモータにかかる負荷が大きくなり、モータの機能が損なわれ作動不良を起こし、事故につながる恐れがある。この場合、低温におけるトルク特性が良好なグリースを使用することにより、モータの作動不良を避けることができる。さらにグリースの低トルク化により、低エネルギーでモータを駆動させることが可能となるため、自動車の省燃費化を計る上でも効果が期待できる。

汎用モータ軸受用グリースとしては、基油に精製鉱物油を用いたリチウムグリースが多く使用されていたが、現在では広い温度範囲 (-40~150℃程度) で使用可能なエステル系合成油を用いたリチウムグリースが多く使用されている。また、特殊な使用例としてヘッドライトの方向制御に使用されるモータなど、低トルクを特に重視する場合には、合成油を使用した極低トルクのリチウムグリースが使用されている⁸⁾。

4.2 接点用グリース

接点用グリースは、しゅう動接点の摩擦・摩耗の制御を目的として使用される。接点用グリースは、短絡しないために電気絶縁性を有しており、作動時には金属接触による通電性の確保と油膜形成による摩耗抑制という、相反する機能を両立させなければならない。

従来、自動車用部品のしゅう動接点では比較的大きな電流が流れるものが多かったが、自動車の多機能化やコス

ト低減の目的で微小電流化する傾向にある。表1に接点用グリースの必要性能を示す⁸⁾。大電流接点では、その開閉時にアークが発生する場合が多い。アーク放電が起きると、接点は表面の酸化により電圧低下が起り、グリースは炭化が進行し絶縁抵抗が変化する。このような箇所においては、酸化亜鉛などの金属酸化物を添加したグリースで寿命延長が認められている⁹⁾。一方、微小電流接点では、通電性が最も重要となる。従来の鉱物油を基油としたグリースでは、低温条件で粘度が増大し導通不良が発生する。そこで、基油に低粘度の合成炭化水素油、増ちょう剤に汎用性の高いリチウムセッケン、それと摩耗防止剤で構成されたグリースが用いられている¹⁰⁾。

車載モータは自動車の快適性を高めるためのボディ関連部品から、自動車の基本機能ともいえるべき「走る・曲がる・止まる」に係る基幹部品にまで幅広く使用されており、年々増加の一途をたどっている。自動車1台あたりのモータ数は2010年に100個超、2015年には200個超に達すると予測されている¹¹⁾。

表1 接点用グリースの必要特性⁸⁾

	大電流接点	微小電流接点
①摩擦摩耗の制御	○	○
②電気絶縁性であること	○	○
③接点が閉じている状態では通電性があること	○	○
④接点材料の金属を腐食しないこと	○	○
⑤樹脂材を侵さないこと	○	○
⑥耐アーク性	○	-
⑦通電性(低温チャタリング)	-	○

5. まとめ

本稿では、自動車用グリースの今後の展望について述べた。VOC(揮発性有機化合物)規制、RoHS指令(電気・電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限)、化学物質審査規制法やREACH法(欧州の化学物質の登録、評価、認可及び制限に関する規則)などにより化学物質に関する規制が厳しくなっており、今後も強化されていくものと考えられる。これまでに有効であった添加剤が使用できなくなるなど、グリースの開発には制限が課せられるが、これをクリアした上で今まで以上の信頼性を持ち、環境問題や省エネルギーに対応する製品を世に送り出すことが、我々グリースメーカーの使命である。

- 1) 尾山宏次“等速ジョイントの機構と潤滑”日石レビュー, 30, 2 (1995) 47-50
- 2) 池田 武“等速ジョイントの技術動向とトライボロジー”トライボロジスト, Vol.53, No.9 (2008) 26-32
- 3) 日本トライボロジー学会グリース研究会(編):潤滑グリースの基礎と応用, 養賢堂(2007) 163

- 4) “一方向クラッチ付きオルタネータプーリ” JTEKT Engineering Journal No.1003 (2007) 72-71
- 5) 相田博“ワンウェイ・クラッチ内臓プーリユニット” NSK Technical Journal, 673 (2002) 70-72
- 6) 坂本清美“自動車用グリースの今後の展望”潤滑経済, 1 (2006) 28-33
- 7) 堀 洋一・寺谷達夫・正木良三:モータ実用ポケットブック 自動車用モータ技術, 日刊工業新聞社(2003) 95
- 8) 木下賢吾“自動車部品におけるグリース潤滑の動向”潤滑経済, 6 (2008) 40-45
- 9) 岡庭隆志“接点用グリースの必要特性と用途”月刊トライボロジー, 9 (2006) 30-33
- 10) 吉田浩之“自動車のメンテナンスフリー化におけるグリース技術-小電流しゅう動接点用グリース”潤滑経済, 11 (2005) 6-9
- 11) 高野:日経ものづくり, No.12, (2006) 22-23