

トライボロジー (tribology) を、もっとも簡単な表現で説明するなら「接触面の総合科学・技術」となる。

接触する 2 つの物体が別々の動きをしたとき、そこには摩擦や摩耗といった現象が生じる。それらを低減させるために人類は潤滑を利用したり、逆にわざと強い摩擦力が発生するように形状や材料の工夫をしてきた。このような「摩擦・摩耗・潤滑・摩擦力の制御」をそれぞれバラバラに考えるのではなく総合的に解析し、全体的な動きの最適化を図っていこうというのがトライボロジーの基本的な思想だ。

===Web===

トポロジー

<http://www.pasco.co.jp/recommend/word/word040/>

=====

- ・方向や速度など別々の動きをする 2 つの物体の接触面では摩擦が生じ、これが機械などにおいてはエネルギーの損失 (メカニカルロス) に直結する。
- ・摩擦はさらに摩耗や振動といった副次的な問題を起こし、これらが機械類の寿命を縮める主な原因になる。
- ・したがって、それらを根本的に解決するには、「どこでどんな摩擦が生じるのか?」といった科学的な探求と、それらの成果を活かした材料や潤滑剤開発、最適化設計といった総合技術的な対策が必要であり、これらの取り組みをすべてひとまとめにして**トライボロジー**と呼ぶ。
- ・トライボロジーは摩擦を減らし滑りやすくするだけが目的ではなく、ブレーキやタイヤのように滑りにくくするものも対象になる。要するに摩擦を要求条件に合わせて最適にコントロール (制御) することが最終的な目的だ。

若干、拡大解釈気味のところもあるが、なんとなくトライボロジーの目指すところはわかっていただけたと思う。

自動車にはエンジンまわりのようにできるだけ滑りをよくしたい部分があれば、ブレーキやタイヤのように滑りにくくしたい部分もある。だからこそ「トライボロジーの宝庫」なのだ

が、技術的に非常に面白いのが無段変速機（CVT）だ。

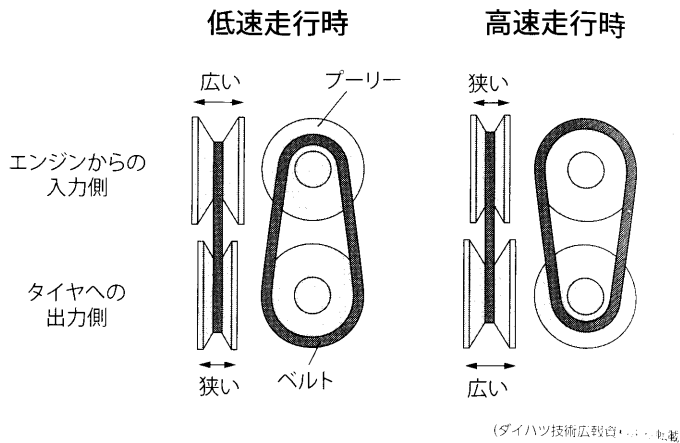


図17 ベルト式CVT概念図

自動車の自動変速機（AT、オートマチックトランスミッション）が登場し始めたころには歯車（ギア）式の変速機をなんらかの方法で自動的に操作する方式のものしかなかった。しかし1980年代ごろから徐々に普及してきた摩擦式CVTは、図のように直径を変えられる可変径のプーリー（滑車）にベルトをかけて動力を伝えるため、歯車式のように「段」がなく、ローからハイまで連続的に変速できるという長所をもつ。

歯車式に比べて部品点数が少なく、見た目がシンプルなCVTも、やっていることばかなり複雑だ。現在、使われているベルトはスチール製のコマをつないだチェーン状のもので、それを金属製のプーリーで回すと非常に滑りやすい。このため2枚構造になっているプーリーで両側から強く挟み込んで回転させるのだが、一方でベルトが空転したときやプーリーに近づいたり離れていくような部分では摩擦によって摩耗しては困るので、CVTの内部は高性能の潤滑油で満たされている。つまり摩擦の防止と潤滑という相反することを同時に行わなければならないのだから、まじめにトライボロジーに取り組まないと絶対に完成できないパーツだ。

それでもCVTでは滑りによる損失が多少は避けられないことから、欧米のメーカーではあまり積極的には開発してこなかった。特にこの損失は高速で走るほど大きいため、高速道路網が発達しているヨーロッパではいまだに歯車式のATが主流だ（高速道路では頻繁なギアチェンジの必要が少ないのでマニュアル車の比率も日本より高い）。

しかし市街地における低速走行や変速走行がどうしても多くなる日本ではCVTが有利と考えた国内メーカーは、当初、技術的には困難と思われた実用化に果敢に挑んでいく。そして、今では運転条件によっては歯車式とのあいだであまり燃費の差が生じないレベルにまでなってきた。それどころか、もともとCVTは小排気量向けの装置といわれてきたのに3・5リッタークラスの自動車にも使えるほどの性能と信頼性をもった変速機に育てあげたのだから、これもトライボロジーにまじめに取り組んできた成果のひとつだろう。

自動変速システムがこれからどうなるかについては、さまざまな議論がある。ヨーロッパでは歯車式のまったく新しい方式であるデュアルクラッチトランスミッション (DCT) が普及してきて、動力伝達性能ではこっちのほうが有利だといわれることから、「これからの、主流は DCT なのに、CVT に注力してきた日本メーカーは失敗だったのでは……」といった心配をする人がいる。しかし僕はそうは思わない。

===Web===

マニュアルトランスミッションの構造をそのままに、クラッチ操作とシフト操作を自動化したトランスミッションです。クラッチ操作不要で、通常のマニュアルトランスミッションでは構造上、どうしても発生してしまう変速時の駆動力の途切れを抑えた、なめらかな加速・減速が可能です。

=====

たとえば MRJ では他社にない細長い主翼の採用を決めたが、これはまさに CFD 活用の成果だろう。細長い翼は従来の航空工学の考え方では振動などが起きやすく、あまり好まれてはいなかったり しかし高度な CFD のおかげでもっとも空力性能が高くなる最適な主翼形状だけでなく振動を抑える構造までも計算で求められたことにより実現が可能になったのである。

CFD とは数値流体力学のこと

機械部品の潤滑性や耐摩耗性、化学的安定性などを一気に高める夢の素材として注目を集めているものにダイヤモンドライクカーボン (DLC) がある。名前の通りダイヤモンドに類似した性質をもつ炭素材料で、1970 年代に開発されたが実用化、が始まったのは最近のことだ。

...

基板上に生成された DLC 膜は正確に言えばダイヤモンドのような結晶構造ではなくアモルファス構造なのだが、非常に硬く、平滑なのが特長だ。したがってすぐれた耐摩擦性能を持ち、簡単にいえば滑りやすく摩耗しにくい。つまりトライボロジー的には理想の表面となる。

このため、金型や金属加工用の工具を基板にして表面を DLC コーティングすると寿命を最

大で 50 倍くらいまで延ばすことができるという。金型の製作費は工業製品のコストのかかなりの部分を占めるので、数十倍長く使えるとなれば経営効果は大きいだろう。

その他、DLC コーティングが期待されているのは自動車の分野だ。エンジンにはピストンリング、ピストンピン、バルブリフタなど 1 分間に何千回も往復運動や回転運動をする部品があり、そこでは摩擦が生じる。したがって、これらをすべて DLC コーティングすることでメカニカルロス的大幅に低減させようというのだ。日産自動車の技術資料によれば、エンジン内部の可能なところに潤滑油と相性のいい特殊な DLC コーティングを行うと摩擦は約 25 パーセントも減らせるという。これは大きな燃費向上につながるはずだ。

その他、ハードディスクドライブ (HDD) のディスクとヘッドの潤滑に利用したり、切削工具の長寿命化、傷のつかないレンズの開発、そして装飾品への応用など、DLC によってまったく新しい商品群が生まれてくる。なお、DLC コーティングの国内における市場規模は、現在、約 100 億円あり、このマーケットも年率 15 パーセントほどで急成長しているという。

貼り合わせたガムテープを勢いよく剥がすと光を発することがある。同じような現象は飴玉をペンチで潰したときや、石英の塊をぶつけあったりしたときにも見られ、これを**トライボルミネセンス** (摩擦発光) と呼ぶ。

ルミネセンスとは外部からエネルギーを吸収して高エネルギー状態 (励起状態) になった物質が元の状態 (基底状態) に戻るとき、蓄えたエネルギーを光として放出する現象だ。こう書くとなんだか面倒臭そうだが、蛍光灯やブラウン管、液晶のバックライト、プラズマディスプレイ、LED、有機 EL といった 20 世紀以降に実用化された人工光源のほとんどがこの原理を利用しているので、けっしてめずらしいものではない。

工学部の大学生や大学院生の研究テーマのなかで、企業が歓迎するものにロボットがある。**ロボットの開発**を経験すると機械、電気・電子、制御、材料などの幅広い分野にまたがって勉強できるうえ、実際に試作機をつくり、四苦八苦しながら改良していく過程で実践的な知識が身につく。最近は機械工学や電気工学を専攻していてもコンピュータしか触ったことのないような頭でっかちの学生が少なくないだけに、設計や生産といった実務に向けた貴重な人材として重宝されるのである。

フリクション (摩擦)

