フトの半径方向の力、いわゆるラジアル荷重や、シャフトのたわみによるモーメント力など、さまざまな力が加わる。したがって、シリンダー内の爆発による直線方向の力を回転方向の力に変え、ギヤを介して正確にカウンターシャフトなどに伝えるために、クランクシャフトの両端には、衝撃過重に耐え、剛性の高いベアリングを使用することが理想といえるのだ。では、どのようなベアリングを装着するのが理想なのか。それを解析する技術が現在では進歩しているという。

過酷な状況のもと性能を最大限発揮

では、いったいベアリングにはどのような種類があるのか。その種類は、転動体の形状によって大きく区分けすることができる。バイクで主に使用されるベアリングに関していうならば、転動体に玉を使用した高速回転に対応するボールベアリング、そして針状のコロを使用したニードルベアリングが挙げられる。さらにボールベアリングでは、グリスを封入した密封ベアリングがある。そしてこの密封ベアリングにも、両サイドにシールを設けた接触シールベアリングや、比接触シールベアリングなどが存在するのだ。この他、円筒コロ軸受や円すいコロ軸受もある。

これらのベアリングは荷重によっても使い分けられる。装着するスペースも選択の判断材料に十分なる。機械製品のなかで、バイクは部品が装着可能なスペースが小さい部類に入る。ボールベアリングとニードルベアリングを考えた場合、ニードルベアリングの方が省スペースで装着が可能。そこで、ある部分のシャフトにかかる荷重とスペースを考慮したとき、ボールベアリングでは対応できないのでニードルベアリングを使うケースもある。

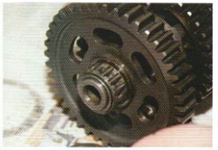
スペース、荷重などで使い分けがされるベアリング、ギヤ付きのバイクでは、車種により差はあるものの、約20から30個のベアリングが使用される。このうちボールベアリングが約15から17個、ニードルベアリングが約2から15個くらいの内訳となる。参考までに50ccクラスのスクーターでは、ボールベアリングが約8から14個、ニードルベアリングが約1から2個くらい使用されているという。この使用個数の差は、ミッションやスイングアームの採用有無などの構造的な理由と、フリクション低減による性能追求などの性能面の理由が挙げられる。

ちなみに、ベアリングが使用される部分で、もっとも過酷な条件となるのは、ボールベアリングではクランクシャフト用のベアリング。また、ニードルベアリングではコンロッド用のベアリングといえる。一見、スイングアームのピボットやステムベアリングの方が荷重は大きく、過酷な条件のように思えるが、そうともいい切れない。「確かにピボットやヘッドパイプにも大きな荷重はかかります。でも、燃焼室内の爆発力も相当な力で、クランクシャフトやコンロッドは高速で回転していますよね。それに、エンジンの熱も加わりますから」。こう藤岡氏と角田氏が語るように、バイクに関しては、クランクシャフト両側やコンロッドが、両タイプのベアリングにとって、もっとも過酷な場所といえる。

そして、ベアリングは長寿命といっても、人工物である限りいつかは潤滑油の交換などのメンテナンス時期がやってくる。ベアリングのケア方法だが、交換を勧める場合と、再利用可能な場合に分かれる。交換を勧める場合は、ベアリングがシャフトなどに圧入されているとき、この場合、適正な治具を使用してベアリングを抜くことができればいいが、固定されているベアリングを力任せに抜くと、ベアリングの転動体などの内部にどうしても悪痕がついてしまう。そのため再利用は難しく交換となる。逆に再利用可能な場合は、ベアリングがシャフトやハウジングに固定されていないときだ。この場合は、ベアリング自体が劣化していなければグリスアップなどをすることで、再利用が可能となる。

フリクションに大きく影響し、しては燃費にまで影響してくるベアリング。日常メンテナンスのなかで、極端に神経質になる必要はないが、その性能に少しだけでもいいから気を配ってもらいたい。

スイングアームピボットに装着されたニードルベアリング。高い荷重もさることながら、スペースも限られているためこのタイプのベアリングが採用される



ミッションに採用されたローラーベアリング。ミッションやクランクなどは、左右それぞれの軸受けに異なるベアリングが採用されることが多い

ツインショックに装着されたニードルベアリング。この部分はゴムブッシュが採用されることもあるが、性能を追求する場合にはベアリングが使用される

ドライブシャフトに採用されたボールベアリングだ。クランクシャフトやドライブシャフトなどは高回転で回転するため、過酷な条件にさらされている

リンクに使用されたニードルベアリング。ベアリングは、回転物だけではなく、スラップ・ヤリクなど、揺動運動をくり返す部分にも有効的である

バイクに使用されるベアリング

バイクにも多数のベアリングが使用される。ここでは、そのいくつかを紹介しよう。ベアリング自体は、パーツユニット内部に装着されているとはいえ、バイクはパーツが外部に露出されていることが多く、ベアリングにも水や泥に対する耐久性も要求される。また、ボールベアリングなどのように、外部に露出されていることもあり、求められる要素は多い。ギヤ付きのバイクで、平均して20〜30個ほどのベアリングが使用されている

Part.5 ACT2 番外編

エンジンのフリクション低減はなにもオイルだけに依存するものではない。エンジンの内部を構成するパーツを加工することでも実現できるのだ。そこで近年、エンジンチューンのメニューとして注目される"WPC"を紹介しよう

油(OIL & GREASE)を理解してなめらかな動きをGET!!

WPC処理によるフリクションの低減

粒子の衝突によってオイルだまりを作り出す

最近のカスタムシーンにおいて、エンジンチューンのメニューとして"WPC"という言葉をよく見かけるようになってきた。ところがこのWPCなる言葉を見かけても、その実態や詳細はまだよく知られていないのではないだろうか。そこでWPC処理を一手に引き受けている不二WPCの営業部長・鈴木邦夫氏に初歩的な事柄も含めて、一から話をうかがうことにした。

そもそもこの"WPC処理"とは、"Wonder Process Craft"あるいは"Wide Peening and Cleaning"の略語で、このWPC処理のために設立された不二WPCに出資している不二製作所・不二機販が有している登録商法を指す。また同時にこの2社がWPCがその実作業を行なっている、というわけである。そして大きく分けて、2つの作業の総括的な名称として用いられているのだ。

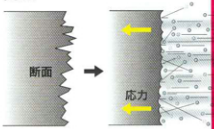
具体的な作業内容だが、ごく詳細については特許に関わるため触れられないが、端的な表現を用いて簡単にいってしまうと、ごく微細なミクロン単位の粒子を金属表面に吹き付け、その衝突によって表面を加工する"ということになる。そういう表現を使うとサンドブラストなどと同義に思えるかもしれないが、いわゆるブラスト処理とは異なる。WPC処理によって金属表面に与える影響はミクロン単位であり、ブラストのように金属表面を削るというモノではないのだ。

図1のように、金属はどれだけ磨いても、そして見た目上どれだけ研磨されたように見えたとしても、顕微鏡レベルで表面を見ると、鋭く尖ったギザギザな面となっている。そこに20〜200ミクロンといった微粒子を高速で衝突させて、高熱を発生させる。その高温で表面が再結晶化されるのと同時に圧力によって表面がならされ、小さなくぼみを多数作り出す。そのような加工をほどこすのが、WPC処理におけるマイクロディンプル処理、と呼ばれる処理である。

このマイクロディンプル処理を加えることによって、得られる効果は大きく二つ挙げられる。一つは摩耗の低減、そしてもう一つは疲労強度

図-1

どれだけ物理的に研磨しても、顕微鏡レベルではギザギザな断面となっている金属の表面。そこに微細な粒子を吹き付けることで、表面をかさなくぼみでならしてしまおうというのがWPC処理のマイクロディンプル処理の骨子となる。同時に応力もかかるため、鍛造と同じ理屈で分子が結合し、強度も向上するのだ



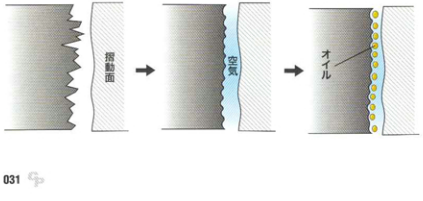


図-2

詳細は本文中で触れているが、粒子を吹き付けることで表面にかさなくぼみができるのと同時にならされる。そこにオイルが入ることでオイルだまりの効果を発揮してくれるのだ

ACT1 Part.5 ベアリングの効果

取材協力

日本精工

1916年、初めて日本製のベアリングを生産。以後、現在まで90年以上にわたりベアリングの開発・製造・販売、ブランド名はNSK。世界各地に営業・生産拠点を設け、世界でもトップクラスのベアリングメーカー。ベアリングの他、精密機器関連製品なども製造

東京都品川区大崎1-6-3 日精ビル
03-3779-7050
http://www.nsk.com

金属に粒子を吹き付けることで加工をほどこす

まず前者から説明すると、図2のように、小さなくぼみが無数にできることで空気の層がとどまるようになる。これは図3を見ていただきたいが、通常は金属を研磨しても、その工具自体の凹凸によって削り線が表面に残ることが多い。この線が金属と金属の間にある空気を外側に逃がす溝となってしまい、摺動の抵抗を生み出す要因の一つとなってしまう。しかし表面を整えることでその線を消せば、摺動面と加工面との間に空気の層が残りやすくなり、その空気がベアリングのような役割をはたしてくれるのだ。空気はオイルより抵抗が少ないため、オイルがなくてもある程度のすべりが見込めるのである。さらに小さなくぼみにオイルが入り込むと、その場所がオイルだまりとなってくれる。たとえばエンジン始動時に、オイルがエンジンに十分回っていない状態でも、油膜が保持されやすい、というわけである。また二つの面に高回転時の油膜切れ防止にもつながり、異常発生を抑制させる効果も期待されている。さらに油膜を安定できる利点もある。四輪の世界では、ホンダ・フィットやトヨタ・スパルなどに純正OEMとして採用されるなど、すでに実績を挙げているメニューなのだ。

そしてもう一つは強度アップ。図1で示しているが、高速で微細な粒子を高温がそれぞれ発生するまで衝突させるということは、加工面には強力な応力がかけられるということでもある。これはいわば鍛造製法と同様であり、金属の分子同士をより強固に結合させているのだ。さらに熟によって表面が再結晶化されることで、微細なクラックがなくなり、高密度な状態へとなる。よって強度が増すというメリットが生まれるのだ。

たとえば、エキゾーストパイプが振動その他の理由で割れてしまう場合、溶接痕(ビード)の端から割れてしまう。母材とビードとの組織が不均衡となっているためである。そのビードと母材との間をマイクロディンプル処理をすると、表面が均一化されるために強度が出る。そんな破損予防にも有効であろうと鈴木氏は触れている。

この二つの大きな利点は、エンジンチューンのメニューとしてはかなりの有効性が望めることになる。とくに強度アップという点で、摩耗予防となり寿命がのびる。メタル類やピストンピン、バルブスプリング、ピストンリングなど、消耗品ではあるが、もはや純正パーツの供給が望めないような旧車のパーツを手がけることも多いと鈴木氏も語る。

しかもブラスト処理とは異なり、WPC処理が母材に与える影響はミクロン単位、事実上サイズはまったく変わらず、かつ特別な手入れも不要なのである。

ちなみにこのマイクロディンプル処理はパーツという単位だけではなく、吹き付けるメディア粒子の素材や大きさを変えることで、金型にも使用されるとのことだ。

そしてWPC処理の大きなポイントとは、モリブデンショットと呼ばれる処理である。こちらも微細な粒子を吹き付けるという施工内容に違いはないが、吹き付ける素材が二硫化モリブデンとなっている。二硫化モリブデンは固体潤滑剤として、バイク業界など各種産業界で用いられているモノだが、これを吹き付けることによって金属表面に被膜を形成し、摩擦を低減させるという効果を発揮するものなのだ。

従来、フリクションを低減させるためにはピストンのスカートなどにモリブデンを布する方法があったが、これはコーティングなどが必要となり、モリブデン単体よりも潤滑性で劣っていた。しかし直接モリブデン粒子を吹き付けることにより、コーティング剤が不要となるために高い潤滑力が期待できるのである。しかもピストンなどに用いられるアルミは柔らかい金属であり、モリブデンが浸透して強固な結合性が見込める。再結晶化する際にモリブデンが浸透するので、永続的なモリブデンの潤滑効果が期待できる。

さらにこれはピストン部分に限らず、メタル部分の内側などでも効果を発揮する。アルミなど柔らかい金属であれば、事実上どこにでも使える処理なのだ。

このような大きく二つに分類されるWPC処理が、これは何もエンジン内部にしか使えないというわけではない、アクスルシャフトやフロントフォークのインナーチューブなど、摺動する部分に用いることで大きな効果が期待できる。しかもマイクロディンプル処理とモリブデンショットを併用することもできるのだ。

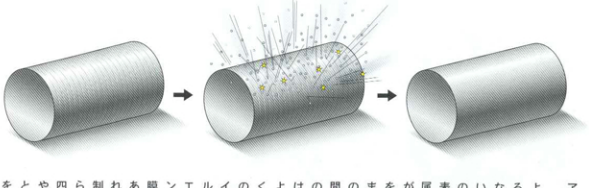
このように効果だけを聞くといかにもすばらしく機能すると思われるが、勘違いしてはいけない点もある。これらの処理は「摩擦係数の低減」が主目的であり、たとえば強度アップができるからといっても、ヘタってしまったメタルやバルブスプリングを復活させるような効果はない。同時にこの処理をすることでエンジンがパワーアップするというものでもない。

WPC処理を行なうことでフィーリングがよくなったり、シフトタッチがスムーズになったりする効果も期待できるが、これはあくまでも可動部分が軽く回るようになったというだけであり、直接的にパワーがどうということもない。チューニングエンジンで採用している理由は、そのチューニングの効果を最大限、ロスなく送り出せるように採用しているということなのだ。

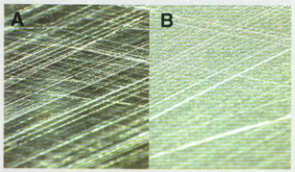
『潤滑』に大きく寄与するWPC処理。パワーアップするものではないが、その恩恵は四輪メーカーがOEM採用していることでも実証済みだろう。エンジンを持ち込んで加工すればよりわかりやすくなるだろうが、担当者が見本を触っただけでも、そのすべり具合の違いが明確にわかり得たほど劇的に差異があった。まず使い始めに、そして長く使えば使うほど、より実感できてくるはずだ。

図-3

金属は研磨する際、何かしらの理由で1本の線が入っていることがある。これがあると摺動面との間に空気が密封されず、空気がベアリングを役割をはたさない。そこでWPC処理を加え、空気を逃がさないようになるのだ。同時に表面が高密度になるため、強度も増すのである



組織に入り込むオイル



左がエンジンシリンダーの内壁にほどこされることが多いニカジルメッキにクロスハッチをほどこした図(写真A)。ひとつひとつの目はハッキリ確認できるが、その目の部分にオイルがとどまることは難しい。そこにマイクロディンプル処理を加える(写真B)と、微細ながらも凹凸が生まれ、目の部分にオイルがたまりやすくなる。顕微鏡レベルではあるが、このような違いが金属表面にできるのだ。

マイクロディンプル後のアイテム達

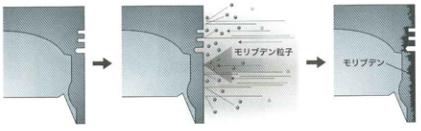
カムシャフト(左上)の写真がもっともわかりやすいが、左側が処理後で、右側は未処理状態。見ための質感は磨き上げた金属そのもので、美しい光沢を放っている。その他2点もくすなく処理されているのがわかるだろう

Part.5 ACT2

WPC処理によるフリクションの低減

図-4

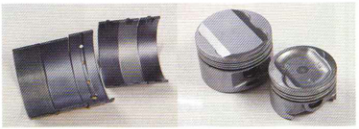
ピストンのフリクション低減を図る場合、側面やスカート部分にモリブデンをコーティング剤で加工して塗布する方法があるが、WPC処理ではそのモリブデンを直接吹き付けることで、高純度のモリブデンを金属面に浸透させつつ、耐久寿命を向上させているのだ



対応可能なパーツ群

WPC処理は理論上、金属であれば施工が可能。たとえばピストンピンやピストンリング、メタルといった消耗部品から、アクスルシャフトなどにも対応できる。金属疲労を予防する意味合いから、パーツの入手が困難な旧車オーナーからの依頼も多くなっているとのこと。

モリブデンショットの状態



左メタル画像：一番左側が未処理状態で、右から2番目がマイクロディンプル処理。あとはモリブデンショットをほどこしたモノだ。しっとりと深い色合いになっているのが、モリブデンが浸透していることを示している。右画像：ピストンはサイドやスカート部分に処理されており、高い潤滑効果が期待できる

METAL SURFACE TREATMENT
wpc

取材協力
不二WPC
各種モータースポーツ界をはじめ、注目を集めているWPC処理を一手に引き受けている専門施工業。個人向けの展開よりもメインは業販で対応しているが、どうしてもという場合には対応も可とのこと。価格はウェブサイトにて確認しよう
神奈川県厚木市上依知1388-1
046-246-1191
http://www.fujiiwpc.co.jp