



パワーには直結しないけど フリーリングは確実に向上

こんにちは、Gフォース田澤です。
今、お客さんのCT9Aでエンジンオーバーホール+チューニングを進めているんだけど、実はそこに新しい手法を盛り込んでるんだ。それが、エンジンパーツへの「WPC+DLC処理」。
すでにチューニングの世界で一般的なWPCに対して、DLCはコスト面からなかなか手を出せなかったんだけど、不二WPCサンの比較のリーズナブルに処理できるようになったんで、それらの合わせワザにチャレンジしてみたわけ。狙いは言うまでもなく、フリクションロスを徹底的に減らすことだよ。

そもそも4G63っていうエンジンは、フリクションが大きいと思うんだ。まず、共振を抑えるため2本のバルブサシャフトが装備されてるし、代を追うごとにスカート部が薄くなってきたことから、純正ピストンの

摺動抵抗も大きいんじゃないかな、と。幅が広いクランクメタルなんかもそう。

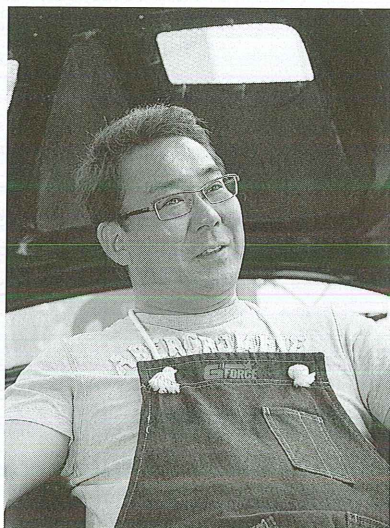
逆に、ロングストロークだからコンロッド傾斜角IIピストンのサイドスラストが小さいとか、ローラーロックアップの採用とか、フリクションの面で有利だと思われるところも確かにあるけど、トータルで見るとフリクションは大きいと言ったのがボクの見解だね。それをいかに低く抑えるか? によつて、今まではひと味違うチューンド4G63が生まれるハズ。エンジンパーツのWPC+DLC処理にチャレンジした背景には、そんな思いがあるんだ。

WPC処理の目的は 疲労強度と摺動性の向上

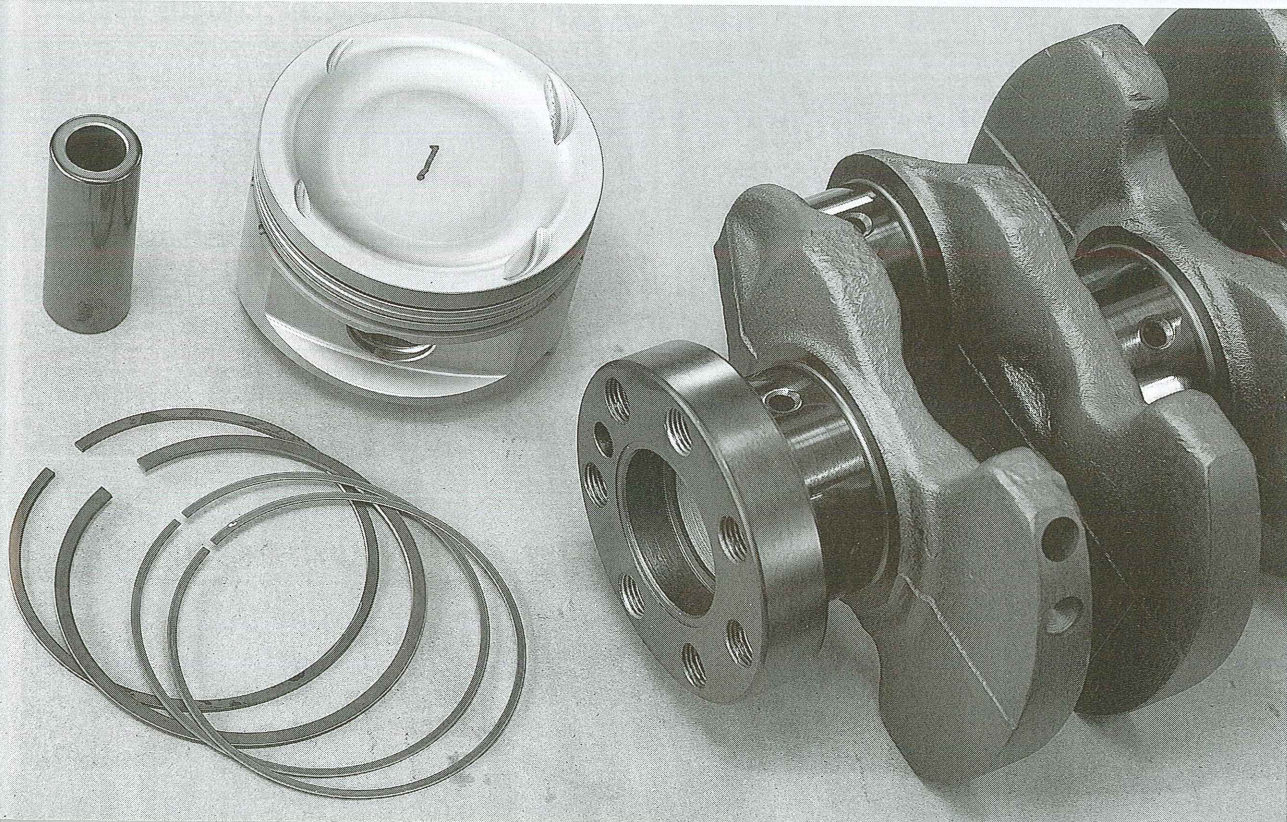
WPC処理っていうのは、金属成品の表面に素材や目的に応じた材質の微粒子を、秒速100m以上という速さでブツけて表面強度を高めること。さらに、表面に細かな凹凸ができるから、油膜保持性が高まって摺動性が向上IIフリクションが低減するんだ。

ただし、どんなパーツにでも処理すればいいかと言うと、そうじゃない。強度的にもともと弱いモノ...たとえば、径が細いシャフトとかはダメだったりする。表面ばかり硬くなつて、粘りというかしなりがなくなってしまうから。

ミッションのメインシャフトなんかその例で、ゼロヨンを10本走ると折れてた

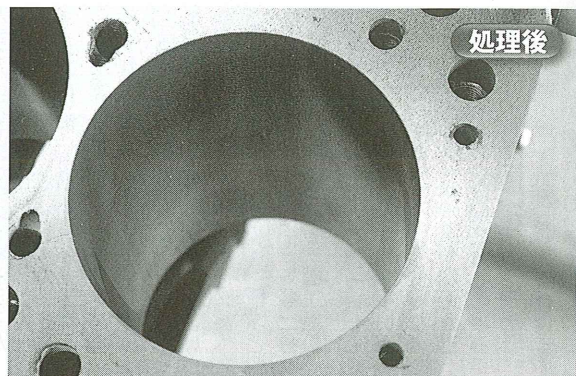


フリクションロス低減の 切り札になるか? WPC+DLC処理を エンジンパーツに施す

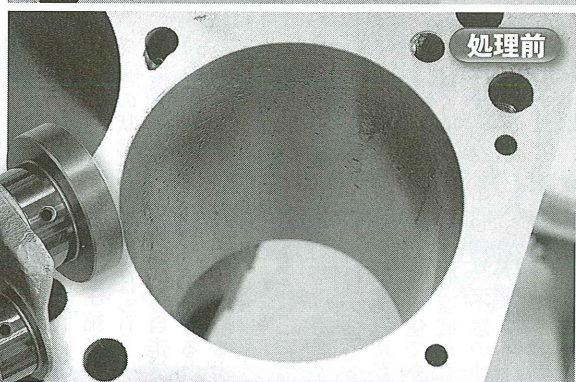


シリンダーには二硫化モリブデンシットを施す。表面がグレーっぽい二硫化モリブデンの色になる。潤滑抵抗の低下によるレスポンスアップの他、摩擦熱の減少や焼きつき防止といった効果も期待できる。

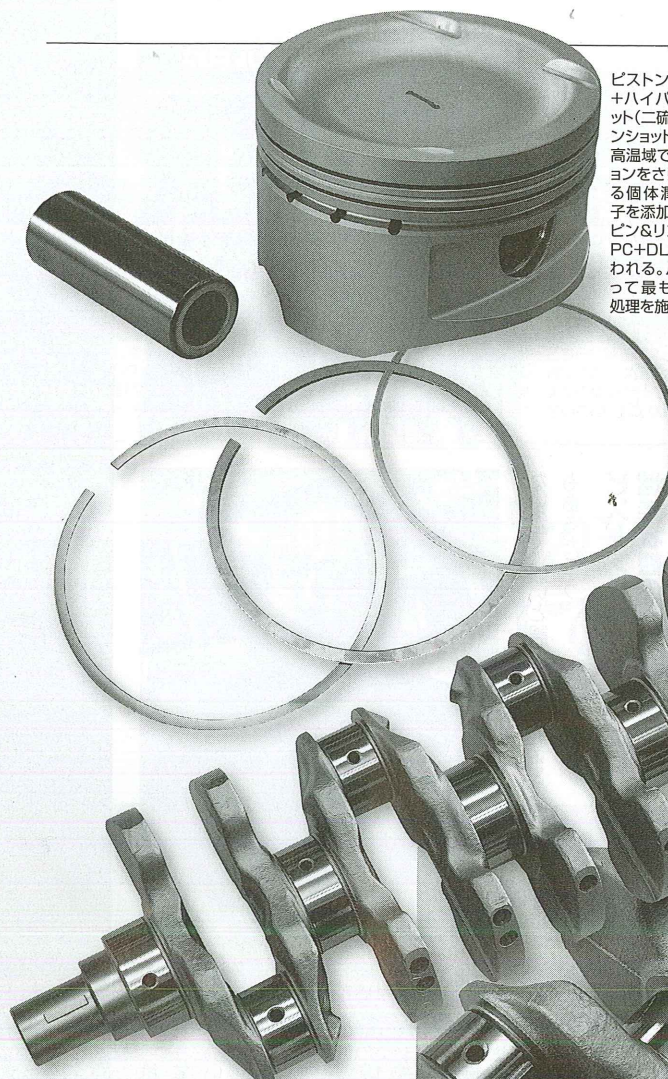
処理後



処理前



ピストンにはWPC+ハイパーモリブデンシット(二硫化モリブデンシット)に高回転、高温域でのフリクションをさらに低減する個体潤滑ナノ粒子を添加)、ピストンピン&リングにはWPC+DLC処理が行われる。パーツによって最も効果的な処理を施すワケだ。



WPC+DLC処理が施されたクランクシャフト。特に純正品はチューニングに対する強度が十分でなく、バランサーシャフトを外した際、クランクの後側側にクラックが入ってしまうこともある。それを防ぐためにもWPC+DLC処理は効果を発揮する。ちなみに「ストローアップする2.3ℓ仕様では共振が出やすく、バランサーシャフトを残しておいた方がメタルの当たりはイイね」と田澤サン。

シャフトにWPC処理を施したら、1本走っただけでボキッ...と逝ったこともあった。WPC処理前は徐々にねじれていった最終的に折れる感じだったけど、WPC処理後はヒビが何箇所にも入って、それこそ複雑骨折したみたいな状態だったね。要は、ある一定以上の強度がないと耐久性が向上しないから、WPC処理してもムダなことなんだ。

PC処理では、ピストンリングやクランクメタルには二硫化モリブデンシットも併用している。WPC処理と同時に、固体潤滑剤の二硫化モリブデンを各パーツにブツけて表面に蒸着させることで、潤滑抵抗をさらに低減しているワケ。コーティングとは違ってパーツの表面に「層」を作る(アルミに対しては表面から1〜3ミクロンまで浸透する)から、はがれたり擦り減ったりすることはほとんどがなく、長期にわたって効果が持続するのも特徴と言えるよね。

パーツに応じて処理方法を使い分ける

さて、メインのWPC+DLC処理について。

DLCは、金属の表面に数ミクロンの極めて薄く、かつ硬度の高い皮膜を作ることで、摩擦係数を劇的に低下させる技術。不二WPCによると硬度は窒化処理の3〜7倍、摩擦係数はスチール同士に対してスチール&DLCだと半減以下(オイル潤滑時は25%程度)になるんだ。さらにWPCを併用することで密着性が向上し、スティックスリップを起こさないDLC膜ができる。

今回は、それをピストンピンとピストンリング、クランクシャフトに施してみた。ピストンピンが意外かもしれないけど、燃焼室で混合気が爆発した瞬間、その力を受けてたわむもの。軽量化のために肉抜きされているケースが多く、その強度を高めるためにWPC+DLC処理は最適だったりするんだ。

ちなみに、WPC処理と組み合わせるのが、二硫化モリブデンシットなのか? それともDLCなのか? ってことは各パーツの役割...というか、

動き方とか負荷の掛かり方とかに応じて選んでるよ。

また、DLCはノーマルでの採用例もあって、R35 GT-Rのカムやバルブリフターがそれ。ただ、WPCと違って、接触するパーツ同士それぞれに処理してやらないとカジリが発生してしまう。

それから、チューニング業界でDLCを初めて採用したのはKYB。ダンパーロッドに処理することで、特に低速域での減衰特性が改善されたんだ。

実はすでに、WPC+二硫化モリブデンシット、WPC+DLCで処理済みのパーツでエンジンを1基組んでみたんだけど、クランクシャフトを手で回しただけで明らかに違いが分かるほど、回り方が軽い!! 各部のクリアランスをいつもよりわずかに狭く組んでるにも関わらず、ね。

そもそも、ガソリンと空気の混合気を燃焼させてるエンジンは主に冷却とフリクションでパワーを損失している、実際に使えるのは30%くらい。そこでフリクションを減らせば、若干のパワーアップと大幅なレスポンスアップが実現できる。このあたりはシャシダイの数字では出てこない部分だけど、乗れば確実に違うってことを体感できるんだよね。

フリクションを低減するには、共振が出るのを覚悟の上でバランサーシャフトを外すくらいしか方法がなかった4G63に対して、WPC+DLC処理は新たな提案。これまでレースの世界でしか使われてなかったその処理を、ウチでは競技車両を始めたとしたハードユーザー向けに展開していくつもり。効果の大きさは約束するから、興味がある人はぜひ問い合わせてもらいたいな。

BOXER

~ 水平対向エンジン偏執症候群 ~

PARANOIA

GRBのピストンは
決して弱くはない!

「純正のピストンで弱いんですか?」と
時折聞かれるが「平気よ!」と答え
ている。

もしも、不整燃焼や一定以上の筒
内圧でピストンがパンチを喰らった
時、棚落ちするのはセカンドランドか
ら。異常の際には静かにここが壊れ
てくれる! たとえば、頑丈すぎて棚
落ちせず、燃焼ガスがピストンの頂
部をプチ抜くところまで頑張ってし
まったらダメ。燃焼ガスは大きい。運がよけ
ればブローバイの配管から抜けるが、
カムシャフトシールが圧力で飛ぶと
吹き出すオイルの下にはEXマニも
居るのだ。

それが故意か偶然かを知るよしも
ないが、セカンドランドは電器という
ヒューズの役割なのだ。インプやレガ
シイは世界の広大な砂漠や氷河も走
るんだから、イキナリ止まってはなら
ない。ユーザーが経験なくいじった場
合や、余りに無茶な使い方に對して
の安全策にもなりうる。そのタイミ
ングは絶妙なのだが、事前の情報



ないので、弱いと誤解されてしまう事
もあるだろう。

ピストンを保護するには
燃焼状態の管理が重要

EJ207のピストンリングのトッ
プグループとセカンドグループの深さ
は異なる。セカンドランドが落ちたと
き、その多くはトップリング内周に
破片の角が引っ掛かり、溶着したり
吹き飛ばされずに徐々に圧縮を失
う。この状態の初期ならばシリンド
ーに傷もつかないし修理にも自走で
持ち込めるだろう。負荷を掛けると
燃焼室にオイルが回り白煙が出るよ
うになる。

チューニングする場合は破損に至
る「しきい値」を超えないよう、うまく
燃焼状態を操れば良い。筒内圧セン
サーが無くて、近似したモノの見方
としてピクトルクやブースト値でも
いい。ラリーカーみたいに低速域から
無茶なトルクを出したり、不意のオ
ーバースピートをやらなければマイペ
ンラー(大丈夫)である。
ノーマルピストンでのチューニングメ
ソッドは、触媒とマフラーは吟味して

選択し、排圧をとにかく
下げることに尽きる。A
VCSのいじりすぎにも
注意だ。

確かに低回転域では、
バルタイなどの工夫でト
ルクアップが可能かもし
れない。しかし、それって
オーバーラップの効用で
なく、実はバルブ裏に待
機した燃料が吹き抜け
て、結果A/Fが薄く振
れて出力が出ている...こともあるだ
ろう。これはVプロでインジェクター
の噴射タイミングを変えながらテス
トしてみるとわかる。

そもそも掃気の状態は排気系の
温度と排気ガスの軽さで変位がある
もの。パソコンで見えなくても、低速
ではベルトの振れでバルタイの振幅は
あるから攻めずに謙虚に退くことも
大切。ダイナモで長くても実走行で
ピストンを壊すだろう。現実的には
ブーストアップの場合、50kgmくらい
のピクトルクで、ダイナパック計測3
30~350ps。EVC5~6で上手
くトルクピークの山を横にならせば
壊れない。

オススメなのは、やはりタービン交
換。数値を欲張り過ぎずにトルクバ
ンドを上まで上げる。GT2835の
6000rpmで50kgmも出ていれば
420psは可能。GT-IIのような大
きめのタービンでトップエンドまで回
してやれば、6500rpmで45kgmの
トルクに抑えても中間で400psま
で持ち込める。加速Gはなだらかだ
が、ブーストアップとは別物に遠くピ
ストンの負荷はそれより軽い。

ピストンの負荷は排気の残留を始
めとした混合気の「質」によっても違
う。まずはセカンドランドが破損する
筒内圧力やトルクの「しきい値」を飛
び越えさせないこと。EJ系では底力
を追求するよりも回して得ることの
方が賢明なのだ。これらは「制御をい
じる側に課せられるスキル」の部分で
ある。

さて、今度は「ユーザーに課せられ
るスキル」の部分。「以前エンジンを壊
したがレブリミッターがついているから
自分の所為ではない」と語る人たち
と出会ったことがある。「なのにデッ
ラーは保証外で...」と不満そうだ
つた。

僕は「言いづらいけど、もしリミッタ
ー任せならアナタのせいですよ」と答
えた。レブリミッターは「壊れるとこ
まで回さない」ではなく、レッドゾーン
を超えてからの機械応力による破損
をしにくくしているだけ。実は燃料
カットしているのだから空回りだと思
つたら違うのだ。リミッターで不着火
させた直後に続く燃焼サイクルでは、
空燃比も燃焼済みガスの残留率も
崩れる。つまり、不整燃焼となりピス
トンにダメージを与えやすいのだ。基
本はアラームや回転計と仲良くする
こと。肉を切らせて骨を守る類の防
御装置なのは是非とも忘れないうで
欲しいと思った。

**HKS鍛造ピストンが持つ
優れたチューニング適応力**

緻密なプロファイルと弾性変形を
味方につけたイトクリアランスをも受
け入れる、インプレッサのピストンは
他メーカーに先んじてスパルがパイオ

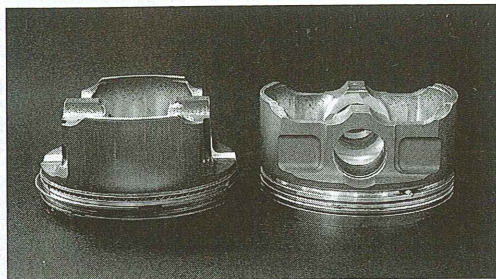


いずれもEJ25用鍛造100φピストン。形状は全く同じだけど、左のサーキ
ット用はSPL材を、右のストリート用はA2618材を使うなど素材が異なる。
これは使用環境に応じて強度や膨張率の調整を行うためで、プロファイルが
微妙に違っている。



ボア径100φのEJ25用鍛造ピストン。ショートスカート設計の特注品で、サ
ーキット専用として開発することで、ピストン自体は1000ps対応という強
度を持つ。また、組み合わせるシリンドーヘッドやタービンによって、トップボ
リューム(冠面のへこみ具合)やスカートの長さなども最適化される。

ニアだ。構造上ショートスカートなが
ら気筒数を感じさせないようなスム
ーズさは賞賛されるべきもの。このよ
うにGDBの後半からGRBに至る
鍛造ピストンも、全ては使い方次第
なのは理解してもらえたいと思っ
つた。次に純正鍛造。純正のGDBのア



スポーツ走行を含む5万km以上を走った後のHKS鍛造ピストン。強度配分や重量バランスのためマシニング加工されるなど手間がかかっていて、500ps対応設計ながら、純正より70gも軽く仕上がっている。また、灰色に見えるのはオーベルコート(樹脂コーティング)で簡単にははがれない。



どちらも純正ピストンで、左はセカンドランド部がタナ落ちしたもの、右が普通にスポーツ走行を行ってきた車両のもの。純正ピストンにトラブルが発生するのは、ピストン自体の強度不足でなく、燃焼状態をしっかりと管理していないことに大きな原因がある。

プライドA/Bで存在した鍛造ピストンを当時、僕はG/Cのエンジンなどに転用した。スカートの両サイドに補強があり、しばらく使用すると当りは左右に拡がって判らなくなってしまうものの、試運転後すぐにバラして観察すると、この部分にスラストが集中しやすい。堅牢なものの、ずりウエイトがある。スバルの純正ピストンはスカート下について加工用の

純正品からアフターパーツまで 世の中で様々な噂が飛び交う EJ系エンジンのピストン考察



足部分のカットで1〜2グラムのウエイト調整が可能。総ウエイトと回転数からいって効果のほどは不明だが、純正ピストンのバランス取りは超カンタンだ。その後、軽さと強度から、僕はO/Hのほぼ全数をHKS製の鍛造に変更し数年が経つ。

HKS製はラウンドスカートのコンベンショナルなデザイン。不要部分のウエイトは不利な応力負荷となつてハネ返ることから強度に寄与しない部分がマシニングでビレット加工され、残された堅固なリブと共に手の込んだ作り。無電解メッキのトップはサーマルバリアだが、これはトップリングのグループ内にまで及び摩擦も防ぐ。400ps程度のストリート仕様ならば5万kmで分解しても新品に近い。また500ps以上のパワーにも耐え、オンロードでGTカー的な使い方をしても寿命、騒音ともにスパーカーでも使わないようなクオリティも持ち併せている。

海外製のピストンは 設計思想が大きく違う

海外でもEJチューンは盛んだ。優秀な強度を持つピストンが存在するが、市販品は安価でもピンホール面粗度や油穴などを始め、各部の再調整が必要だったりする。過去の経験からすると、国内で製作されたも

のは日常に配慮した繊細な設計がされているが、向こうではお金持ちのオモチャ的な使い方が多いのか、ピークパワーと熱膨張を重視してトップまで強めのテーパーが付けられていたりするものも多い。

これは2・2や2・5を含め、スラップ音も使い勝手も思い切った設計のものが多く感じられる。この割り切り：「オマエ、それで道路なんか走るのがよ？」という代物も個人的には好きだ。これらにはラウンドスカートの補強リブのものを、スリッパタイプ+サイドリブで冠面を支えるものまで数多く、材質も定番のA2618やA4032ばかりではないようだ。

注意しなくてはならないのは、EJ25のハイパワー系ピストンでは、実は当初よりシリンドラーを機械加工で削除しA536や436鋳鉄のシリンドラーを新設した上で性能評価しているピストンも存在するという。

また2・5で2・5用ヘッドと組み合わせる時と2・0ヘッドと組み合わせる時とでは燃焼室容積からして違う。さらに、207ヘッドは外国ではレアな存在。たとえば僕がピストンを製作するときは、想定するタービンやヘッド、シリンドラーによって、材質のオーダー、ポリウムやらスカートやらあちこちの寸法も変えている。ピストンピンオフセットもコンロッド長の短いEJでは簡単に省略しない方がスカートのロッドが少なくて済む様に感じる。こんな部分も寸法を変え色々試したりしている。

「通勤もサーキットも使います」と言われる度、僕の髪は数本抜ける。応えてみせるニッポンのチューナーは皆、二倍の気苦労があるんですからね。