

911 DAYS

P O R S C H E N I N E E L E V E N D A Y S

ムービー・スター2011年7月号増刊

特集

ポルシェのエンジンは へコたれない

Vol.

44

2011
SUMMER



- 67y 912
- 71y 911 E
- 89y 911 turbo
- 89y 911 Carrera targa
- 92y 911 Carrera 2
- 93y 911 Carrera 2
- 00y 911 GT3 前期型
- 01y 911GT3 前期型
- 02y 911GT2 前期型
- 11y 911 Carrera
- 11y Cayenne S hybrid
- 11y Cayenne S
- 11y Cayman R
- 11y Panamera S hybrid

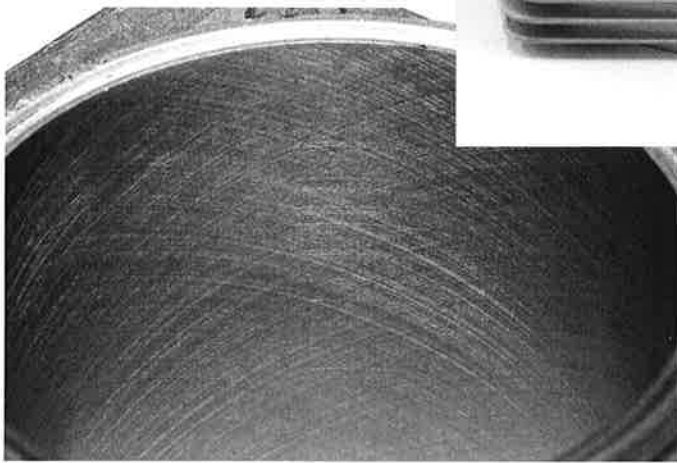
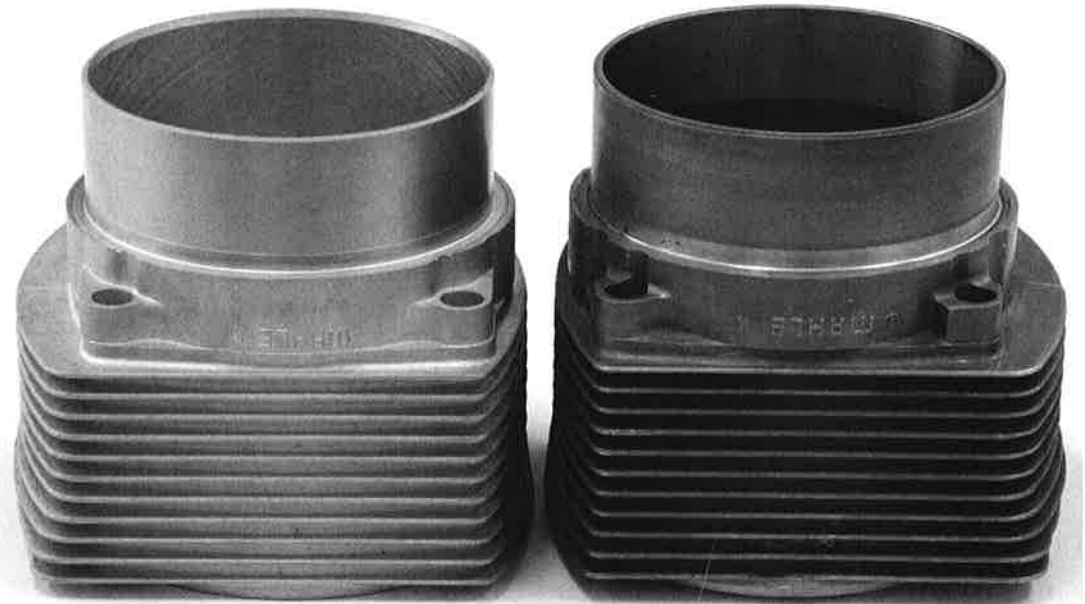
ライナーレスのアルミシリンダーゆえに、これまでは不可能と
思われていた911のシリンダーのボアアップ加工。従来とは
まったく異なるメッキを利用することによりボアアップ加工が
可能になったと聞いて、早速取材した。

無電解メッキで可能になった シリンダーボアアップ加工

■目的：ノーマルシリンダーをボアアップ
加工して

■対象モデル：空冷モデル全般

■作業モデル車：3.2ℓカレラ用エンジン



右上はノーマルのシリンダー(右)と、ポーリング、再メッキしたシリンダー(左)。再メッキは外側まですべて処理するので見た目の色も変わり、新品同様の美しい仕上がりがりとなる。上の写真は、再メッキしたシリンダーの内壁。クロスハッチがはっきりと見えるが、これはメッキの前に施工したポーリングによるもの。今回採用した無電解メッキでは、従来の電解メッキのようにメッキ後のポーリングが基本的に不要で、その面でも低コストに貢献する

ピストンは豊富にあるのに
シリンダーがなかった

もともとポピュラーなエンジンチューンのひとつであるボアアップ。911でも空冷エンジンでは定番といえるものだが、最近ではあまり聞かなくなったチューニング手法でもある。その理由はシリンダーで、ボアアップ用のシリンダーが手に入りづらいからだ。ピストンに関しては、例えばJEPピストンには非常に豊富なラインナップがあり、ボアもコンプレクシオンも自由に選べる。しかも価格も非常にリーズナブルだ。そのため、ハイコンプレクシオンによる圧縮比アップは、最近でもよくあるチューニングとなっている。

一方、ボアアップ用のシリンダーとなると、ほとんど販売しているのを見かけない。排気量によっては純正パーツを流用したり、あるいはアメリカなどの外国製品を個人輸入する方法もあるが、どちらにしても非常に高価になってしまふ。もともとボアアップは気軽にできるチューニングではないが、そのハードルをさ

らに非現実的なまでに高くしてしまうのが、シリンダーの入手の難しさと高価格なのだ。

それならば、愛車のエンジンに組み立てているノーマルシリンダーをポーリングして使えないものか。そもそも、かつての国産車でボアアップといえればそれが当たり前だったはずだ。しかし、911ではこういったシリンダーの加工はほとんど行われてこなかった。その理由は簡単で、911のシリンダーがライナーレスのアルミシリンダーだからだ。

ニカジルの再メッキは 高コストで非現実的

ライナーレスのアルミシリンダーは、ライナーの代わりに内壁に特殊なメッキが施されている。ポルシェオーナーならそれがニカジルメッキであることを多くの人がご存知だろう。

空冷911のシリンダーをボアアップ加工するとすると、当然ながらニカジルメッキをやり直さなければならなくなる。しかし、これが難しい。

ニカジルメッキをするにはシリンダー内壁だけをメッキ液に浸せるように、シリンダーごとに専用の治具が必要になる。また、電気メッキなので電極を使うが、膜厚をできるだけ均一にするには形状などを工夫する必要がある。またまった数を製造するならともかく、数個のシリンダーを再メッキするためにこれらの専用用品を用意するのは、あまり現実的ではないのだ。ニカジルメッキ自体はそう珍しいものではなく、現在も自動車やオートバイに数多く採用されているが、それは大量生産だからこそ。少量の再メッキとなると、どのメッキ工場に話を持ち込んでも、なかなか受けてもらえないのが現状だ。

無電解メッキで 再メッキの問題を解決

こういった現状に風穴を開け、ボアアップ加工をより身近なものにしようと考えたのが、今回のチューニングの仕掛

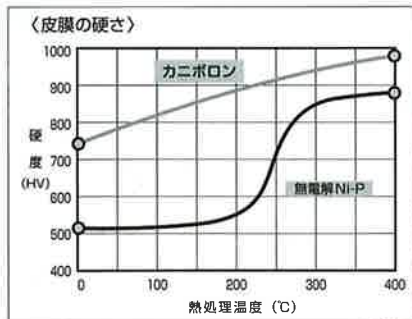


カニボロンメッキとは

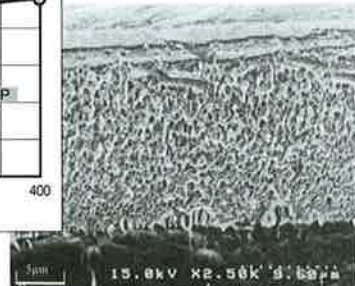
メッキには意外とたくさんの種類がある。ニカジルメッキは素材に電流を流してメッキする物質を吸い付ける電気メッキだ。それに対して、今回のボアアップ加工の要となるカニボロンメッキは無電解メッキ。特殊な溶液に素材を漬けておけばメッキできるという、考えようによっては非常にシンプルなメッキだ。無電解メッキのメリットは皮膜の厚さが均一になること。そのためシリンダーにメッキしてもホーニングなどの後処理が必要ない。

無電解メッキの代表はカニゼンメッキ（無電解Ni-P）だが、今回使用するのはカニゼンメッキにさらにボロンを加えたカニボロンメッキ（無電解Ni-P-B）だ。日米で特許を取得した最新技術で、その特性は非常に優れている。ボロンはホウ素という元素の別名。ニカジルメッキではSiC（シリコンカーボナイト）が使われているが、SiCもボロンもダイヤモンドに次ぐほど非常に硬い物質だ。

この硬いボロンを使うのだからカニボロンの皮膜強度は推して知るべしだが、実はこのメッキの大きな特徴はむしろ皮膜の構造にある。カニボロンの皮膜を顕微鏡で見ると、隙間の多いスポンジ状。その隙間にオイルが入り込むため、オイルでの潤滑と非常に相性がいいのだ。



このグラフは無電解メッキの代表であるカニゼンメッキとの比較だが、カニボロンは熱処理なしでも十分な硬度があることが分かる。ニカジルメッキの皮膜硬度は詳しい資料が得られなかったものの、ニカジルメッキとカニボロンの硬度は同等と考えていいようだ



カニボロンの断面はこのような微結晶になっており、隙間が多い。そのためオイルがなじみやすく、潤滑性能に優れる。また、非常に硬度が高いのに韧性にも優れ脆さがない

空冷 911 に採用されたシリンダー

シリンダー内壁処理	採用エンジン	概要
バイラル	初期から2.4ℓまで	アルミのシリンダーに鉄製のライナーを錆込んだもの。現在でも、内燃機関全般でごく一般的に使われている。ボアピッチを詰められないのが欠点
ニカジル	2.7~3.2ℓ	アルミシリンダーの内壁にニッケル、SiC（シリコンカーボナイト）を電気メッキしたもの。マーレー製。2.4ℓを2.7ℓにボアアップする際、バイラルでは不可能なためレーシングカーで実績のあるニカジルメッキが採用された
アルシル	3.0~3.2ℓ	シリコンを多く含んだハイシリコンアルミ製のシリンダー。組み合わせるピストンは鉄で表面をコーティングした専用のもの。カールシュミット製
ガリバナカリ	964、993用3.6ℓ	3.6ℓエンジンのシリンダー材質がガリバナカリと表記されている場合があるが、基本的にはニカジルと同じ。特殊な電気処理で改良されている

ニカジルメッキはポルシェでは917に最初に採用され、市販車ではカレラRS2.7から順次採用された。その後に使われたアルシルはニカジルとまったく別のものだが、3.2ℓまで不規則にどちらかが用いられた。アルシルはベンツなどでも使用されている。ニカジルはその初期にはレーシングカーや高級車のみに取り入れられた贅沢な技術だったが、その後、基本的に同じメッキが多くの自動車、バイク用エンジンに活用されている。ちなみに、ライナーレスシリンダーで扱われているメッキとしては他にNCCコートなどもある。

ボアアップのパターン一覧

エンジン	ボア (mm)	ストローク (mm)	排気量 (cc)	ボアアップ (mm)	ボアアップ後排気量 (cc)
2.7	90	70.4	2687	92	2808
3.0	95	70.4	2994	98	3186
3.2	95	74.4	3164	98	3367
3.6	100	76.4	3600	102	3746

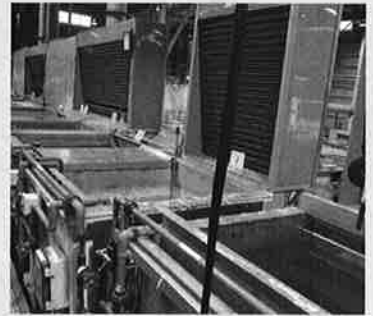
当然ながら、ボアアップといっても際限なく大きくできるわけではない。基本的には「1サイズアップ」と考えれば間違いないだろう。トラクション・マスターではJEピストンのラインナップに準じてボアアップのメニューを設定しており、表のような4種類になる。JEピストンは同じボアでコンプレッションの違うピストンをラインナップしているので、ボアアップした上でコンプレッションの選択ができる。

高度な技術の組み合わせで可能性が広がる

当然だが、ボアアップ加工に必要なものはメッキだけではない。その前段階のボーリングやホーニングも重要だ。特に空冷911のシリンダーはもともと肉厚が厚い。しかも、今回のメッキを依頼した日本カニゼンの社名を聞くとなにか昭和な響きを感じるが、実はCatalytic（触媒的）、Nickel（ニッケル）、Generation（生成）の頭文字を取ったもの。決して「蟹全」や「可児善」ではない。しかも、KANIGENというスペルを「カニゼン」ではなく「カニゼン」と読むのは、ドイツ語読みをしているからだ。カニゼンメッキはもともとドイツで発明された技術で、その後アメリカで実用化、そして東洋で初めてこのメッキを行ったのが日本カニゼンというわけだ。

当然だが、ボアアップ加工に必要なものはメッキだけではない。その前段階のボーリングやホーニングも重要だ。特に空冷911のシリンダーはもともと肉厚が

メッキ工場を見学!!



① 液槽が並ぶメッキのライン。メッキをする素材はここで前処理をする



② このラインの液槽はあまり大きくないが、ほかに巨大な素材向けのラインもある

③ これがカニボロン用の液槽。液は温度、濃度とも自動管理されている。この液槽に漬けておくだけで、電気メッキより強固な皮膜ができるというのは非常に不思議だ。ちなみに、このラインは最先端というイメージとは程遠いように見えるが、少量多品種向けのラインであるため、大量生産用のラインも別途あり、そちらは高度に自動化されている



⑦ 今回の見学で感銘を受けたのは、実は品質管理の凄さだった。写真は小さな精密パーツをチェックしているところ



⑥ 無電解メッキの膜厚は、液に漬ける時間でコントロールする。このようなディスプレイで、時間の管理がなされている



⑤ このラインでも、ある程度数がまとまれば、このように専用のハンガーが使われる



④ 少量の処理では、メッキ中のかかはんも手作業となる



これは発電機用のピストン。別の大量生産向けラインで処理されている

高機能無電解メッキはこうして作られる

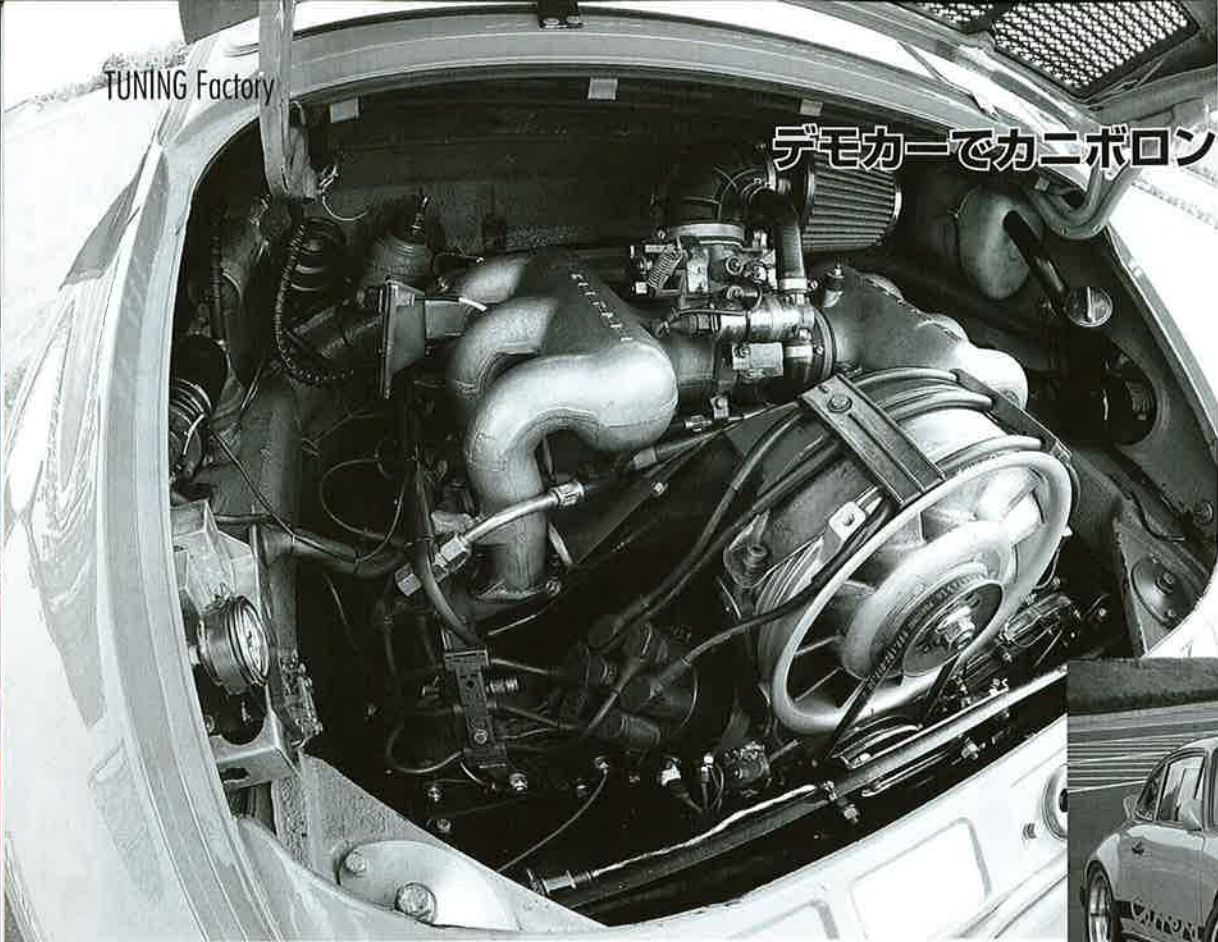
無電解メッキと言ってもピンと来ない人がほとんどと思われるので、今回は日本カニゼンのご好意により、カニボロンメッキを行う工程を見学させていただいた。簡単な紹介だが、無電解メッキのイメージは掴んでいただけたらと思う。

見学したラインには数えきれないほどたくさんの液槽があった。無電解メッキの工程とは、素材をその液槽に次々に浸けていく作業といって差し支えない。ただし、本番のメッキ用液槽はひとつだけであり、たくさん液槽のほとんどは酸化膜除去などの前処理のためのもの。これが非常に重要なのだという。もともと、一番大切なのはメッキ液そのものだろう。眼に見える工程が単純である分、ノウハウはメッキ液に凝縮されていると思われる。もちろん、それについては詳しい話は聞けない。というより、聞いても難しい化学式の連続でまったく理解できないのだが。

デモカーでカニボロンメッキの優秀さを実証

トラクション・マスターではボアアップ加工したシリンダーでデモカーを作成し、強度や耐久性を実証している。このデモカーは74年のボディに3.2ℓベースの3.4ℓエンジンを載せたもの。サーキット用に仕上げられており、エンジンはフルチューンに近い。

P73の写真のシリンダーを組んでボアアップ。インマニやスロットルはノーマルだがエアフロレスのフルコン仕様となっている。エンジンはベンチで285psを発揮

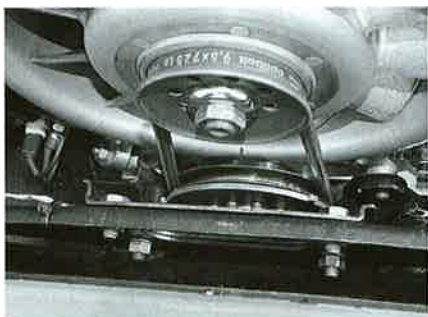


シリンダーヘッドもポート磨削など手間をかけている。ただし、カムシャフトはあえてノーマルを使用



ボアアップのオーダーについて

基本的にはエンジンをチューニング/オーバーホールするショップを通じてのオーダーとなる。宅配便などでシリンダーを送ると、ボアアップ加工して返送されるという流れだ。適合するJEピストンの販売も受け付けている。



エンジンにはフルコン用の各種センサーなどが追加されている



フルコンにはハルテックのプラチウムを採用。シート下にセットされる

薄く、ポーリングするのは至難の業。トラクション・マスターはこういった機械加工分野にも明るく、高い技術でのポーリングを実施している。

また、ニカジルメッキのような電気メッキでは膜厚がどうしても一定にならないため、厚く付けておいてポーリングで削るという手順が必要になる。しかし無電解メッキは膜厚を均一にできるため、ポーリングの様な後処理が必要ない。これも低コストになる要因の一つだ。

なお、シリンダーの加工に関しては、必ずしもボアアップだけを目的としているわけではない。焼き付きなどダメージを受けたシリンダーの再生のためのメッキも検討中だ。この場合はポーリングが不要なかわりに、アルミに施された既存のメッキを除去する必要がある、これが非常に難しい。そのため検討段階だが、

フルチューンばかりではないボアアップの魅力

トラクション・マスターは基本的に、注文に応じてシリンダーのボアアップ加工を受け付け、販売する立場。そのシリンダーをどう使うかまでは関知しないが、従来と異なる方向性も念頭においているという。従来ならボアアップまでのならカムも変えろとが、フルコン、6連スロットルなどフルチューンとなるのが定番だが、それでは難易度も費用も天井知らずとなってしまう。

もっとハードルの低いチューニング、例えばエンジンオーバーホール時に、ピストン、シリンダーを換装し、それ以外はノーマルのままにするのも決しておかしくはない。ROMセッティングでボアアップのメリットを引き出せば、これだけでもかなりパワーが出るはずだ。シリンダーが従来のように高価ならこういったチューニングはコストパフォーマンスが悪すぎて成立しないかもしれないが、リーズナブルなボアアップ加工が可能になったことで、メリットのあるチューニングになるだろう。

- **Good** シリンダーの入手の困難さを解消。低コストで不可能だったボアアップ加工ができる。
- × **Bad** ボアアップの効果はチューニング次第で、このシリンダーを組めばパワーアップするというような安直なものではない。
- **Cost** シリンダー6本で24万円(消費税別途・洗浄したシリンダーを単体で発送)納期は約3週間。