

工業材料

3

2011 Vol.59 No.3

特集

ENGINEERING MATERIALS

機能性包装フィルムの最新技術動向

講座 リチウムイオン二次電池の電極製造とバインダー—特性向上のためのポイント—(最終回)

高透明度粘着弾性シート

® メークリンゲル

Mayclean Gel

< 特許出願中 >

KGK
Kyodo Giken Chemical

®分子勾配膜はKGKの環境ブランド
共同技研化学株式会社

<http://www.kgk-tape.co.jp>

密着困難なアルミとDLCをWPC処理で解決、 自動車部品の軽量化・高耐摩擦性を実現

(株)不二WPC 代表取締役社長

下平 英二 氏

しもだいら えいじ：1983年南山大学法学部卒業、日進機工(株)入社、97年(株)不二WPC創業、2005年米ロサンゼルスに子会社設立、09年11月本社を現所在地に新設・移転。07年4月経済産業省「戦略的基盤技術高度化支援事業」に採択、08年6月神奈川県助成金事業(DLC)に採択、同年11月日本機械学会技術賞受賞、09年3月NEDO「実用化研究開発事業」に採択、同年6月経済産業省「元気なモノ作り300社」に採択、10年9月神奈川県工業技術開発大賞受賞。

<問合せ先>

〒252-0331 相模原市南区大野台4-1-83工業団地Sia神奈川内

☎ 042-707-0776

e-mail shimodaira@fujiwpc.co.jp

URL www.fujiwpc.co.jp



実証されたWPC処理による金属表面改質

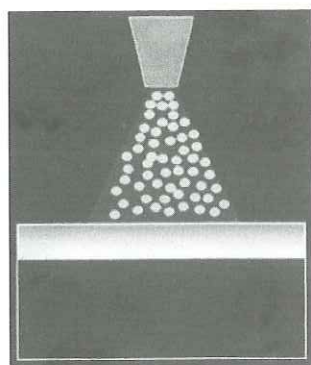
——御社の社名にもなっているWPC処理技術が注目されています。また、WPCの応用展開として最近開発されたアルミ部材へのDLC(ダイヤモンドライクカーボン)の高密着技術は自動車エンジン部品への実用性が期待されています。そこでまず、コア技術であるWPCとはどんなものかお聞かせください。

WPCはWide Peening and Cleaningの略で金属表面改質技術の一種です。名称は当社の登録商標になっていて、特許技術です。表面改質は金属など材料の表面より少し内部(深部)に何らかの処理を施して組織を改質することです。表面上にコーティングする被覆技術だけとは違います。だから、幅広く表面改質できるという意味とともに、浸炭処理や窒化処理、またDLCなど硬質膜もコーティングできるという複合の意味を込めてWideを付けました。Peening and Cleaningは表面に微粒子を打ち付け鍛錬してきれいにするという意味があります。

——WPC処理技術は下平さんが開発した技術ですか。

開発は名古屋にある(株)不二機販の宮坂社長です。そして、ビジネス展開の関東拠点として1997年に不二機販と共同出資して当社を設立しました。じつは、私も名古屋出身でT自動車グループの営業を担当していたとき、懇意にいただいた宮坂社長からWPCをT自動車に紹介してくれないかという話がありました。バブルがはじけた1990年代前半のことです。自動車は安全を最優先するのでその部品への新技術の採用は慎重にならざるを得ないのですが、WPCに関する情報をすべてオープンに話し、技術の優秀性が認められて、まず切削工具と金型部品に使ってみようと短期間のうちに採用が決まりました。

ただ、その際、T自動車内に従来からあるピーニング部門の技術とまぎらわしいので、WPCのPeeningを他の名称にできないかということになり、すばらしい特殊技術ということでWonder Process CraftのWPCにしたらどうかとT自動車から提案があって、最近はこの略称が主流になりました。略称に



表面の
凹凸制御
塑性変形
組織微細化
残留応力付与
コーティング複合
組織形成

図1 微粒子ピーニングのイメージ

は後日談があって、ゴルフの尾崎将司選手がWPC処理をしたドライバーヘッドを使い飛距離が伸びると話題になったのです。その時、WPCとは何だということになり、Wonder…の方が格好いいということになったのです。処理法としては一般にいわゆる微粒子ピーニング(図1)あるいは精密ショットピーニング、また学会でいうFPB(Fine Particle Bombarding)の一種といえます。

強度・摩擦特性が大幅向上する ナノスケール結晶化組織

——WPC処理は一般のピーニング処理とどう違うのですか。

まず金属表面に打ち付ける微粒子の大きさが違います。WPCはショットピーニングに比べてミクロン単位の非常に微細な粒子を使います。また、処理後の寸法変化がほとんどないこと、緻密で均一に金属表面を改質できることなどが従来のピー

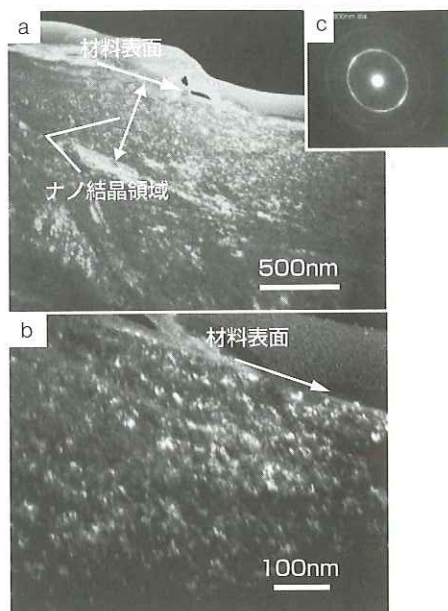


図3 WPC処理によってSCr浸炭焼入鋼に形成されたナノ結晶化組織

ニング処理と大きく違います(図2)。

——もう少し具体的にお聞かせください。

WPCを要約定義すると「金属成品の表面に、目的に応じた材質の微粒子を、圧縮した空気に混合して高速衝突させて、金属表面を改質する技術」となります。具体的にいいますと、衝突(ショット)させる金属成品(母材)は特に選びません。どんな金属でも対応可能です。ショットする微粒子も銅、ステンレス、銀、スズ、二硫化モリブデン、タングステンほか、ガラス、セラミックス、フッ素樹脂など非常に多様な材質を使えます。微粒子の大

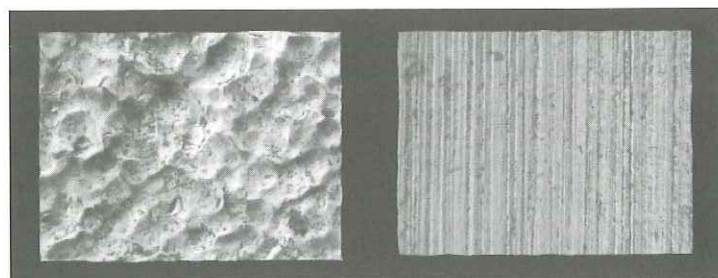


図2 WPC処理前後の表面顕微鏡写真(左写真が処理後)

きさは目的に応じて40~100 μm と幅広く、いまは50 μm ぐらいが多いですが5 μm の微細粒子も使用します。その微粒子は100m/s以上と高速で噴射します。WPC処理工程の大きな特色は、強靱な鋼になるA3変態点以上の温度領域で急熱・急冷を繰り返すことと、鍛錬による相乗効果で高強度で高靱性の表面組織をつくることです。つまり、高密度鍛錬で20~30nmというナノスケールの結晶化組織が金属表面に形成され改質されるわけです(図3)。

WPC処理の相談や注文を受ける際に当社が最も重視するのは、どういう効果を要求して表面改質するのかということです。その目的効果によってショット粒子の材質や大きさ、処理条件がまったく違ってくるためです。WPC処理自体はハードウェアであり、それをどう使いこなすかというソフトウェアが重要だと思います。

——目的に応じた効果とは高強度、耐摩擦摩耗性が要求される用途ですね。

利用する目的は大きく分けて二つあります。ひとつは、強度を向上させて金属疲労破壊を抑制・防止することです。原子力発電など特殊用途は別として、自動車部品など一般民生用の場合、金属内部から疲労破壊を起こすことはほとんどなくて、表面から亀裂が発生して破壊に至るケースがほとんどです。従来のショットピーニングは表面の亀裂が大きくなるように圧縮残留応力を付与して寿命を延ばそうとする方法です。しかし、WPC処理は金属表面に破壊の起点になる亀裂自体を生じさせないように処理しようという方法なので、処理の考え方が従来の方法とまったく違います。例えば、ギアなどは応力が集中する歯底が破壊するのがほとんどなので、歯底部分だけをWPC処理して強度を向上させればギア自体の寿命は大幅に伸びます。

もう一つの利用目的は、摩擦摩耗の耐性を上げることです。機械の摺動部は摩擦によって滑りが悪くなって焼き付くのを防ぐためオイルを差しますが、金属表面には機械加工や研磨による微小な線キズができてそこからオイルが逃げてしまうと

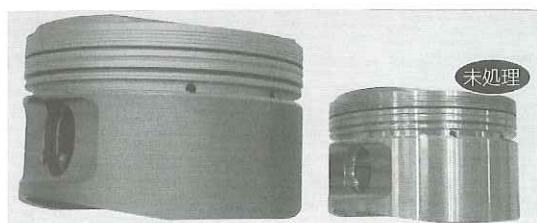


図4 ピストンへの二硫化モリブデンWPC処理例(生の二硫化モリブデンが打ち込まれているため、左写真のように表面はグレー色になっている)

いう問題があります。WPC処理では、マイクロデインプルが金属表面に均一に形成されるのでオイル溜まりになってオイルは逃げていきません(図2参照)。その結果、摩擦摩耗特性が大幅に向上し、摺動部の寿命は延びます。

密着相性が悪いアルミとDLCの中間層に微粒子を介在

——最近、WPC処理の技術展開として、密着性の良くない材料同士、アルミニウムとDLCを高密着する技術を開発して応用期待が高まっています。

アルミはDLCとの密着・付着性が非常に悪いのですが、WPC処理を介在することでその問題を解決しました。この技術開発のきっかけとなったのは、モータスポーツでした。F1などで走る車(マシン)は非常に高馬力なうえにできるだけ軽くしたいと各社とも何か良い方法はないかと模索していた時に、ホンダがアルミ合金製ピストンにショットで二硫化モリブデンをアルミ内部に打ち込み、フィットという当時世界トップの低燃費車を世の中に出したのです(二硫化モリブデンショットの例:図4)。しかし、新技術というのは、次のベンチマークにされる運命ですよね。だったら、他社に先を越される前に、自社でWPCの二大特徴である疲労強度と耐摩擦摩耗性を最大限に生かし、かつ低フリクションという用途がDLC被覆ピストンだったわけです。

——ふつう、材料的に相性が悪いアルミとDLCを密着させるという発想は浮かびません。

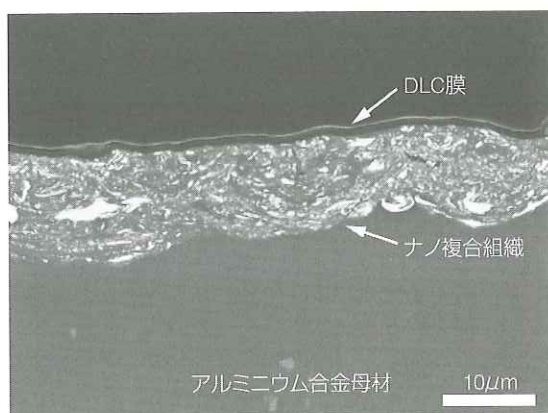


図5 アルミ合金-WPC処理によるナノ複合組織-DLC薄膜の三層構造断面

密着相性が良くないことを生かした用途を考えるのが一般的ですね。その典型的な例はアルミ加工用DLC被覆切削工具です。アルミは融点が低いので切削工具にアルミが融着してしまい加工が難しい。そこで、アルミに反応しないDLCを工具にコーティングすることで被削材のアルミが融着しない切削工具が生まれました。いわば、相性の悪さを利用した用途の好例です。

——DLCは低摩耗、耐凝着、生体親和性、また環境に優しいなど非常に優れた材料ですが、密着が難しい、コストが高いといった難点があります。

DLCの最大特性は他の硬質膜と比較して極端によく滑る、つまり摩擦摩耗特性が非常に優れていることだと私は思います。そこで、薄膜のDLCをアルミに高密着させるためにWPC処理をDLC専用のプライマーとして活用して密着性を大きく向上させることに成功しました(図5)。プライマーというのは、相性に難点がある2つの材料間に特定の中間層を設けることで密着性を高める方法です。例えば、鉄はスズと反応しないので、まず鉄にニッケルメッキして、さらにその上に銅メッキを施して、その上部にスズメッキします。つまり、ニッケルと銅を中間層に介在させることで密着相性の悪い鉄とスズは高密着できるのです。二液性



図6 ピストン、シャフト、ギアなどへの利用例

接着剤や塗料もプライマーが必要な場合が多いです。

——今回はプライマーとして何の微粒子材料を使ったのですか。

当社はクロムとタングステンの微粒子をDLCとアルミのプライマーとして使っています。私は、実用的な金属ではこの2材料しかDLCと密着相性の良い材料はないと思っているほどです。特にタングステンは比重18と重いので母材であるアルミの内部に打ち込みやすいという利点もあります。1μmのタングステン微粒子をアルミ表面から内部に10μm打ち込むとします。すると、微粒子はナノスケールまで超微小化して結晶化し、一種の複合材料の組織となります。このアルミとタングステンの複合材料は当社以外にはないと思います。微粒子タングステンプライマーの上には1μmのDLC薄膜を被覆します(図5参照)。このくらい薄いと完成品の寸法精度が出せます。

ピストンなど過酷条件の自動車部品に最適

——このアルミ-DLC膜複合材料の主な用途は何か。

アルミ化することでの軽量化とDLCの耐摩擦摩耗性を最大限に両立できうる用途です。周知のとおり自動車産業は現在、燃費向上のための軽量化が至上命題になっています。一番期待できるのは自動車用のシリンダーやピストン、ロッカーアームやクランクなどの摺動部やギアなどです(図6)。

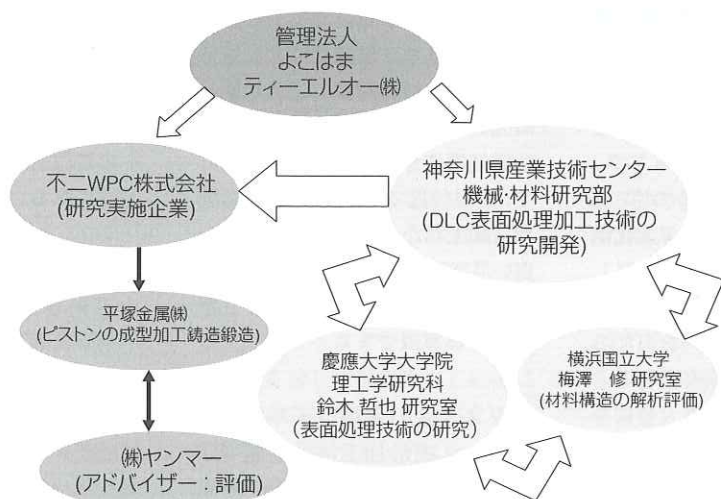


図7 NEDOプロジェクトのスキーム

また、EVやHVの摺動部にも有効です。アルミ-DLC膜複合材料の採用は、摩擦特性を向上させて軽量化ができる有利さがあります。そのため、NEDOで「環境負荷低減に向けたWPCとDLC膜を組み合わせた自動車用アルミ部材の開発」プロジェクトを2009年から3年計画で推進中で、当社はその研究実施企業として参加しています(図7)。と同時に、当社独自で一般ユーザー向けに高密着型DLC製ピストンを開発しています。今年前半には発表、発売したいと思っています。その一環として、現在は神奈川県産業技術センターに置かせてもらっているDLC成膜装置(図8)を当社に移すために本社隣接に工場を建設中で近く完成します。

——最後に、WPC処理の技術課題とビジネス展開の展望をお聞かせください。

WPC処理する場合、金属表面のテクスチャーづくりが難しいのです。非常に微細な粒子をショットすることで金属表面はオイル溜まりになるメリットはありますが、最適オイル溜まりの創成やより強度を高めるには高度な制御が必要になるため、利用目的に応じた最適制御技術の確立を目指していきます。コスト面は、WPC処理は有利ですがDLC膜は不利です。



図8 DLC製造装置

ただ、当社は高コストでも高付加価値製品を必要とところに供給するというスタンスです。また、経営者としての私の信念として、あまり会社を大きくするつもりはありません。顧客とはいわゆる日本型商売、日本型企业文化を大切にお付き合いしていきたいと思っています。

さらに、いろいろなユーザーと信頼関係を築くことが大切と考えているので、当社総売上の5%以上を占める特定ユーザーはつくらないようにできればいいなと心がけるようにしています。おかげさまで、WPC処理とその応用技術は高い評価を得て、いろいろな賞を受賞しました。それを励みに今後も取り組んでいきます。