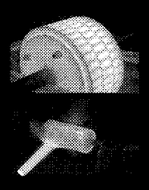
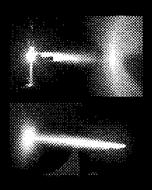
Coating Technology

表面処理の総合メーカーとして絶え間ぬ研究開発を積み重ねエネルギー消費の削減と廃棄物の削減を常に目指します

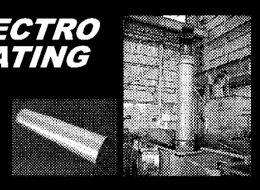
HARD FACING
■自溶合金技術
■TIG溶接
■PTA
■遠心鋳造



THERMAL SPRYING
■プラズマ溶射
■ガス・アーク溶射
■HVOF



ELECTRO PLATING
■Ni
■Cu
■Cr

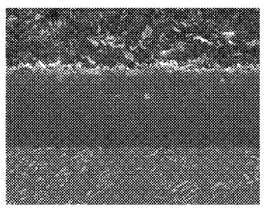


■ お問い合わせ・お見積りは下記まで御連絡下さい。

吉川工業株式会社
表面処理事業部

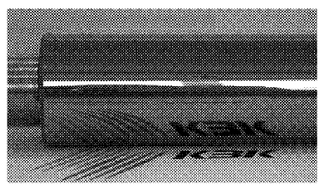
〒671-1241 姫路市網干区興浜2113-23
TEL079-273-1345　FAX079-274-0207
http://www.ykc.co.jp　E-mail:hyomen@ykc.co.jp
日本溶射協会会員・日本防錆技術協会会員・日本溶射工業会会員
ISO認証取得9001.14001

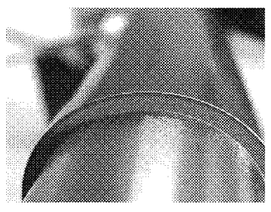
KBK の表面処理技術は、大切な機械部品を
より強く、より美しく、より機能的に生まれ変わらせます!!



KURACERA®
Al、Mg用超硬質表面処理
複雑形状や対象部材の表面だけでなく、内面にも10～150μmの均一な皮膜の成膜が可能。
適用例：自動車部品、2輪車部品
一般産業機械部品
(アルミ製ガイドロール、焼結アルミ代替)

DF・KOTE®
フィルム製造マシン向け
めっき代替・超硬皮膜
従来のWC系サーメット溶射皮膜に比べ、さらに緻密な皮膜を形成。





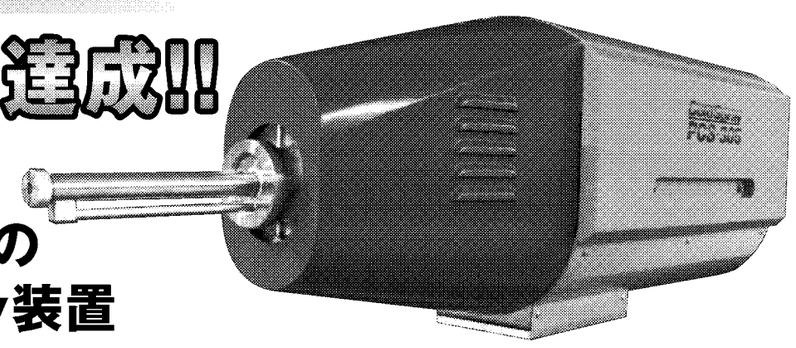
DEL-KOTE®
絶縁セラミック溶射皮膜
絶縁破壊電圧27kV、皮膜硬さHv700～800と、高い絶縁性と耐摩耗性を実現。

—Our technology is only for everyone!—

倉敷ボーリング機工株式会社
KURASHIKI BORING KIKO.CO.,LTD.
〒712-8052 岡山県倉敷市松江2-4-20　TEL:086-456-3877　FAX:086-455-1591
E-mail：info@kbknet.co.jp　http://www.kbknet.co.jp/

Cold Spray装置 オープンラボ好評稼動
大学、研究所、企業の皆様に高い評価を頂戴しております

チャンバーガス温度 1000℃達成!!
ColdSpray PCS-305



世界最高レベルの Cold Spray装置

高性能コールドスプレー装置として高い評価をいただいているPCS-304がバージョンアップ。世界最高レベルのヒーターを搭載した305へと進化しました。弊社の生産工場で実際に稼働している信頼性の高い装置です。

コールドスプレー可能な金属
AL、Cu、SUS、Au、Ag、Ni、Ti、NiCr、Ta、Nb、Zn、Sn

PLASMA プラズマ技研工業株式会社
http://www.plasma.co.jp/
本社・営業所　〒171-0021 東京都豊島区西池袋1-18-2 藤久ビル西1号館6F　TEL.03-3980-9080　FAX.03-3980-9083
埼玉工場　〒369-1214 埼玉県大里郡寄居町今市4-1　TEL.048-577-1225　FAX.048-582-0095

溶射技術

細密皮膜に接合良好

コールドスプレー（Cold spray）という名称は、溶射のThermal sprayに対して温度が低いという意味であり、低温環境下で施工するものではない。粒子温度は材料の融点または軟化温度よりも低く、組織変化や酸化・熱分解なども起こりにくい。同時に基材への付着率も従来の溶射に比べると顕著に高く、使用する材料やスプレー条件にもよるが、付着効率90％以上の成膜も可能。

ただし、まだ不明な点も多く、粒子の付着メカニズムに関しては統一的な見解がないので、CS法の応用を遅らせている可能性がある。溶射のように粒子を溶かして固める手法は、その成膜メカニズムは理解しやすいが、粒子を溶融させることなく高速で衝突させるだけで厚い皮膜が形成するCS法のメカニズムは解明が困難であり、多くの研究者が種々のメカニズムを提案している。このメカニズムの解明は、溶射皮膜の劣化メカニズムの解明同様、信頼性・安全性の高い皮膜を提供することを可能とすることや、さらなる皮膜特性の改善、付着効率向上へつながる可能性を有する重要な課題である。

ガスタービン動翼の耐酸化コーティングとして用いられるCoNiCrAlYのコールドスプレー皮膜断面観察例を示す（**前ページの写真1**）。Ni基超合金基材上にCoNiCrAlYを成膜した例であるが、非常に緻密な皮膜が得られていることが分かる。また、透過型電子顕微鏡による基材／粒子界面近傍の観察例（**写真2**）も併せて示すが、界面でのはく離なども認められず良好な接合を示している。界面近傍の面指数を評価しているが、両者の面指数は合わず、この結果から、コールドスプレーによる粒子の付着は粒子と基材あるいは粒子同士が溶融して付着していないことが予測される。観察の結果から、この材料の組み合わせの場合、付着面には酸化皮膜が存在していないことから、粒子付着時に大きな塑性変形が起こり、その際に基材および粒子表面に生成している自然酸化物を破壊させ、新生面が露出することで接合しているメカニズムが考えられる。

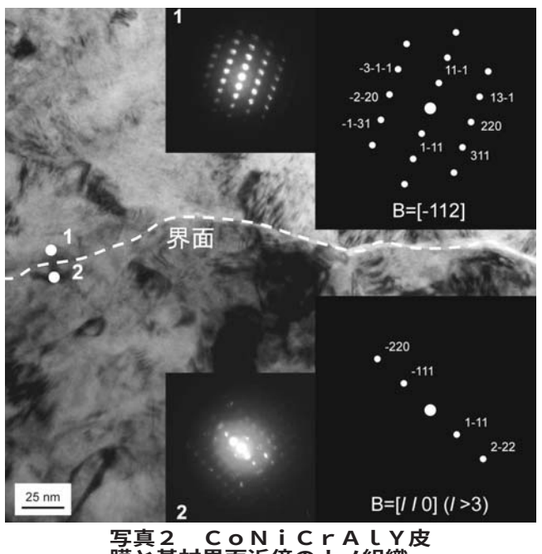


写真2　CoNiCrAlY皮膜と基材界面近傍のナノ組織

厚膜形成による補修－応用－

コールドスプレーで構造物の補修を行う場合、補修部も強度を負担するケースも考えられる。この時、成膜したままでは強度が不足する場合もあり、ここ数年はコールドスプレー皮膜への熱処理の検討例も増えている。熱処理により、粒子間の結合力が向上し、基材同等あるいはそれ以上の機械特性や耐腐食特性を得ることも可能である。

さらに、コールドスプレーで施工すると、大きな塑性変形により付着現象が生じるため、加工硬化により、皮膜が施工前に比べて1・5－2倍程度硬くなる場合もある。構造物によっては、耐摩耗性が重要になるケースも見受けられるが皮膜自体が硬くなりすぎると相手材を攻撃してしまう可能性も否めない。その際にも熱処理により皮膜硬さを調整する方法も考えられるが、物によっては大きさの制限で、熱処理できない場合もある。

極めて硬い高炭素鋼75wt％と軟らかい軟鋼25wt％を混合させた粉末を用いて、コールドスプレーで成膜した実験を行った。このような粉末を用いることで皮膜硬さを制御することができ、さらに付着効率の向上や皮膜内の気孔率の減少も可能となる。

以上のように、コールドスプレー皮膜の可能性は無限大である。安全性・信頼性の高いコールドスプレー皮膜を得るためには多くのパラメーターが存在。ノズル形状、ガス温度、ガス圧力の変更による粒子速度の最適化、使用粒子の粒径、粒度分布、形状、不純物量の最適化や複合粒子の使用、熱処理などの後処理などが考えられる。これらのパラメーターの何が皮膜特性に影響するのか否かを早急に明らかにすることが重要であり、今後のアプリケーション拡大にも必要不可欠である。

品質向上 余地大きい

現在、金属のコールドスプレー皮膜では、ガス温度の上昇による付着効率の改善、得られた皮膜の品質向上が図られている。しかし、昨今の電力事情を考慮するとガス温度を上昇させるための大電流の使用は好ましくない。私たちは付着メカニズムの早急な解明と合わせ、低エネルギーでも十分に高品質な皮膜が得られるコールドスプレーシステムの開発と、そのシステムの利用により得られた皮膜の健全性確保を目的に研究を進めている。

セラミックス粒子も成膜

これまでCS法による成膜は金属が主であり、セラミックス材料の成膜は難しいとされてきた。だが近年、一部のセラミックス材料ではあるが、CS法による成膜が可能になってきている。セラミックス材料は金属材料とは異なり、塑性変形を生じないため、付着メカニズムは金属粒子のそれとは全く異なることが考えられる。金属の場合は、ある粒子速度を超えると付着が始まる臨界速度が存在し、それ以降の速度範囲では粒子の付着が認められるが、セラミックスの場合には、特定の粒子条件のみでしか付着せず、付着条件の選定が極めて難しい。また、粒子の付着速度も金属のそれに比べ、極めて低い速度で付着することも分かってきている。

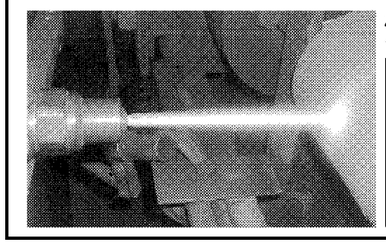
セラミックス材料の成膜といった新しいアプリケーションも見えてきたが、この場合も粒子の不着メカニズムは未解明のままであり、早急な解明が重要である。

コールドスプレー技術の今後

ヨーロッパ諸国、アメリカ、カナダ、オーストラリア、中国、韓国などでは、コールドスプレーに関する研究が盛んで、多くの研究者が研究・開発を進めている。これらの国では、航空機や戦車などの補修など、軍事関係から多くの研究予算が確保でき、できた製品の買い手も決まっている。このことから、今後もコールドスプレーに携わる研究者・エンジニアは増加傾向を示すものと予測される。

一方、軍事関係の予算がつきにくい日本においては、日本独自のアプリケーションを開拓し、それに伴うマーケットの拡充が今後のコールドスプレーの存続を左右するものと考える。そのためにも粒子付着メカニズムの解明は急務であり、それに基づく皮膜の安全性・信頼性の確保が重要である。これらに関し十分な結果が得られれば、コールドスプレーを応用可能なアプリケーションも見えてくる。実際のアプリケーションは大学などの研究機関ではなかなか分かりにくく、実際の構造物を製造している企業などとの密な連携がますます重要になると考える。

セラミックから金属まで……
進化する無限の技術 ”オオスズ”の溶射

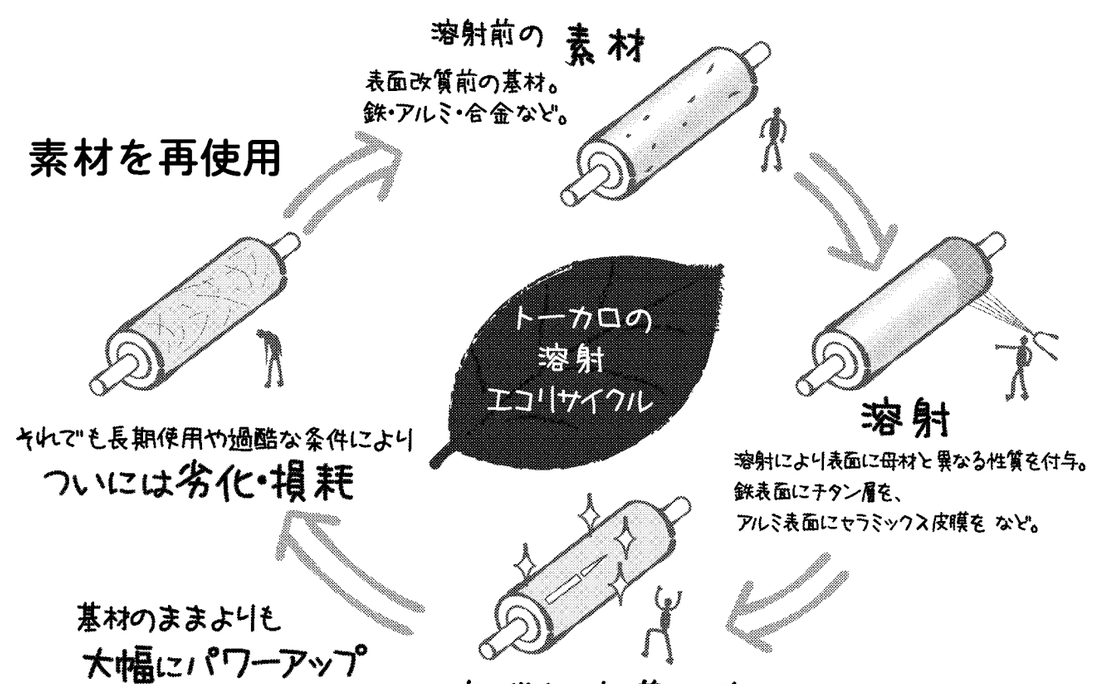


溶射技術の受託研究開発から量産・試作、精密研削加工
【用途】
○耐摩耗○潤滑○耐食
○耐薬品○遠赤外線
○耐熱○断熱○耐高温酸化
○耐溶融金属○電気絶縁
○電気伝導○磁気シールド
プラズマ・アーク・メタライジング・自溶性合金
単品多種――小物――大型部品
オオスズ技研株式会社
本社・工場　〒435-0016 静岡県浜松市東区和田町773-1　☎(053)463-1151　FAX(053)464-2962
名古屋(営)　〒452-0001 愛知県清須市西枇杷島町古城2-16-4　☎(052)505-7744　FAX(052)505-7741
URL　http://www.ohsuzu.jp　E-mail　info@ohsuzu.jp

出展募集中！
第3回 試作市場(いちば)2012
詳細は☞ http://www.nikkan-event.jp/shisaku
微細・精密加工技術展
Micro Manufacturing Technology Show 2012
詳細は☞ http://www.mmts.jp
主催：日刊工業新聞社
会期 2012年4月26日(木)・27日(金)　10:00～17:00　10:00～16:00
会場 大田区産業プラザPiO (東京都大田区南蒲田1-20-20)
問合せ先 日刊工業新聞社イベント事務局　TEL 06-6946-3384
2012.2.8

Thermal Spraying Solution
TOCALO
いつも、最先端。

表面だけ変えれば省資源。



表面改質の総合メーカー
TOCALO トーカロ株式会社
溶射加工　TDプロセス　CDC-ZAC プロセス　PTAプロセス　PVD
本社 〒658-0013 神戸市東灘区深江北町4丁目13番4号　Tel.078-411-5561 Fax.078-452-8178　http://www.tocalo.co.jp