



ニーズに応じて、様々な特性をプラス。
それがトーカロの表面改質ソリューション プラス。

電気絶縁ベアリング

溶射を中心とした各種表面改質の総合メーカー
TOCALO トーカロ株式会社

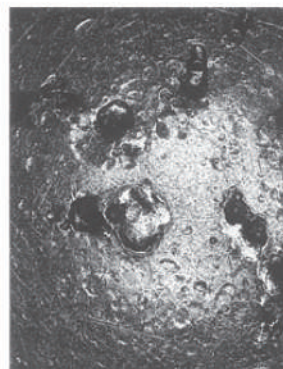
●新幹線の駆動用モーターへの溶射適用

高速鉄道車両での軸受け寿命の主原因となっていた電食問題は、
当社溶射施工技術が完全解決。

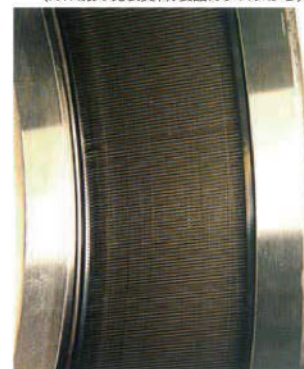
＜軸受けで発生する電食とは＞

回転中に軌道輪と転動体との接触部分に電流が流れた場合、薄い潤滑油膜を通してスパーク現象を起こし、軌道輪や転動体表面が局部的に溶融し凹凸となる現象。電食問題は、メンテナンスフリーのトラクションモータ軸受け開発で、最大の技術課題でした。

(NTN殿の発表資料、製品カタログから)



クレーター状の電食発生例



洗濯板状の電食発生例

●新幹線



700系



N700系

●海外車両



700T(台湾)

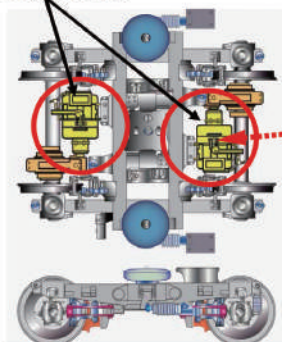


中華人民共和国CRH2型



E2系1000番台

Traction Motor



↑Bogie



セラミック溶射軸受け

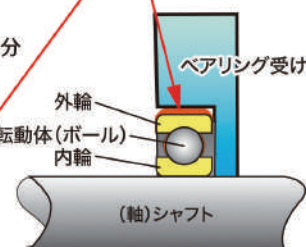


断面写真

絶縁ベアリング部分
カット図

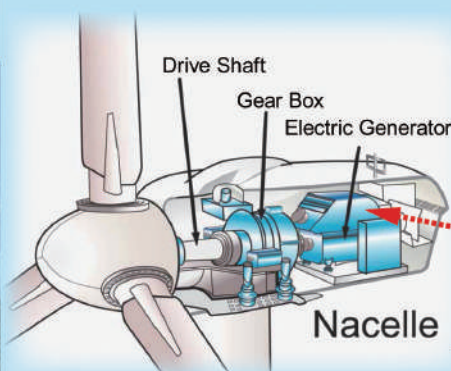


溶射セラミックス皮膜



ベアリングの取り付け概念図

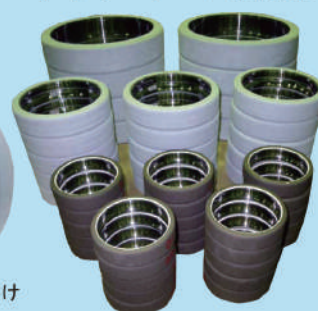
風力発電機用絶縁軸受



Nacelle

セラミック溶射軸受け

ベアリングの アウターレース溶射後



本資料は、当社の書面による承諾なしに複写および関係者以外への開示はできません
資料中の各種データはテストピースの測定による参考値であり、保証値ではありません。

トーカロ株式会社



ニーズに応じて、様々な特性をプラス。
それがトーカロの表面改質ソリューションプラス。

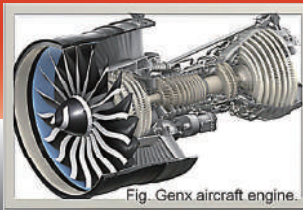


Fig. Genx aircraft engine

溶射を中心とした各種表面改質の総合メーカー

TOCALO

トーカロ株式会社



耐サンドエロージョン性に優れた 軽量硬質皮膜を CFRP に

航空機の軽量化

- 航空機の燃費向上に対する高い要求
- 炭素繊維強化プラスチック（CFRP）の重要性

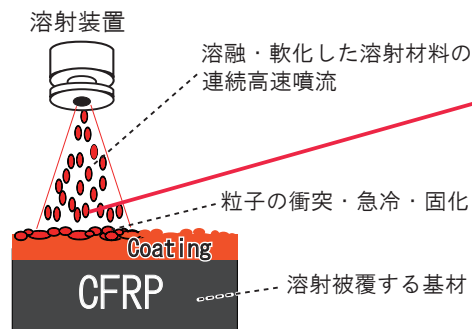
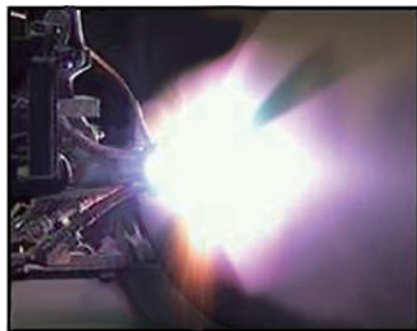


耐サンドエロージョン性

- 砂の飛来による表面の摩耗
(場合によっては導電性や撥水性の要求も)

提案

表面に耐摩耗性材料のセラミックスを溶射被覆した皮膜形成 CFRP
→ CFRP 構造の設計自由度を上げ適用範囲を広げることができる



耐摩耗性材料のセラミックス

- タングステンカーバイド（WC）
- ボロンカーバイド（B₄C）

特許出願中

導電性の付与
撥水性の付与 も可能

【耐摩耗性の評価】 サンドブラストによる摩耗試験

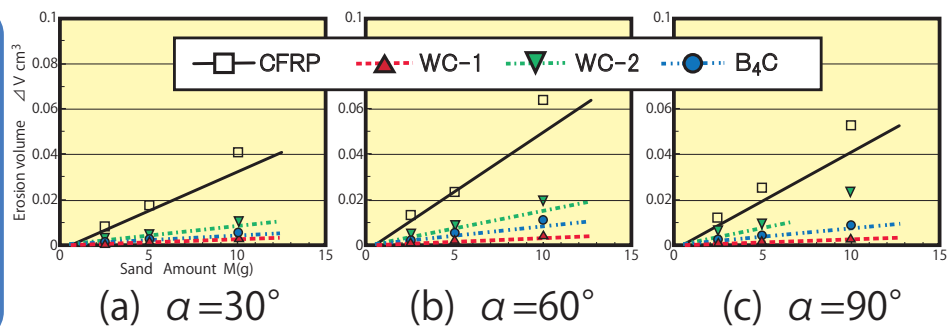
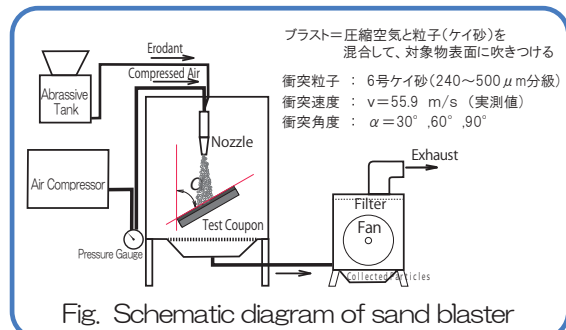


Fig. Relationship between erosion volume and blasted sand amount
エロージョン体積 ΔV (cm³) と衝突粒子量 M (g) の関係

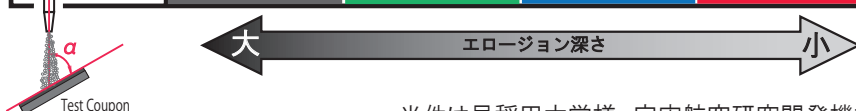
Table. Photos after sand erosion test ($M=10.0$ g)

Material	CFRP (Base)	Tungsten Carbide	Boron Carbide	Tungsten Carbide
Coating Type	—	WC-2	B ₄ C	WC-1
$\alpha = 30^\circ$				
$\alpha = 60^\circ$				
$\alpha = 90^\circ$				

全ての衝突角度において
溶射皮膜形成CFRPの
耐サンドエロージョン性向上を確認

WC 比重 = 12 ~ 14
B₄C 比重 = 2.5

軽量で耐サンドエロージョン性
に優れた表面処理としては
B₄C溶射が最適



当件は早稲田大学様、宇宙航空研究開発機構様との共同開発事業です

本資料は、当社の書面による承諾なしに複写および関係者以外への開示はできません
資料中の各種データはテストピースの測定による参考値であり、保証値ではありません。

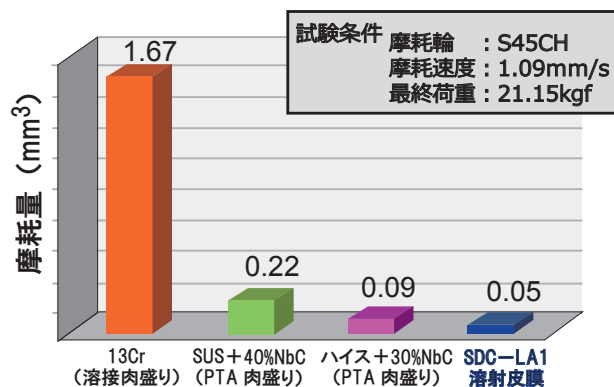
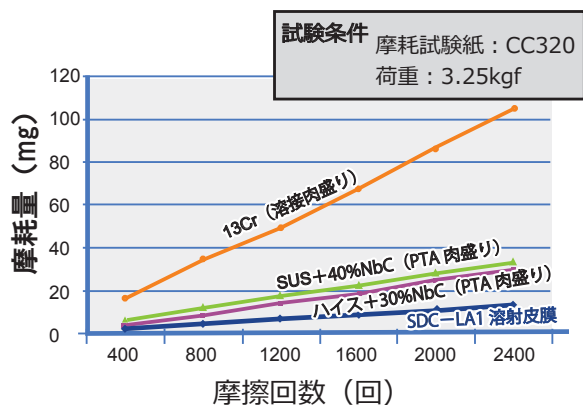
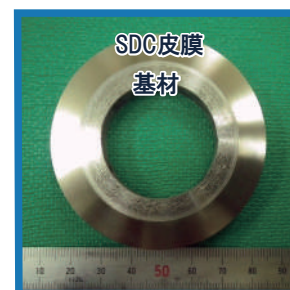
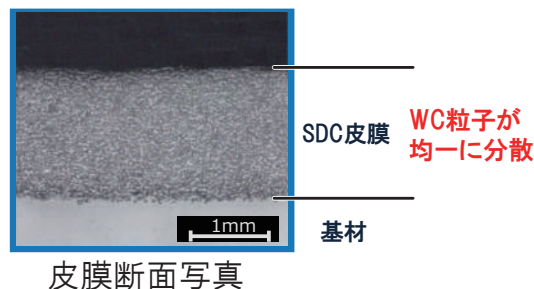
トーカロ株式会社

自溶合金溶射皮膜の厚膜化を実現 SDC-LA1

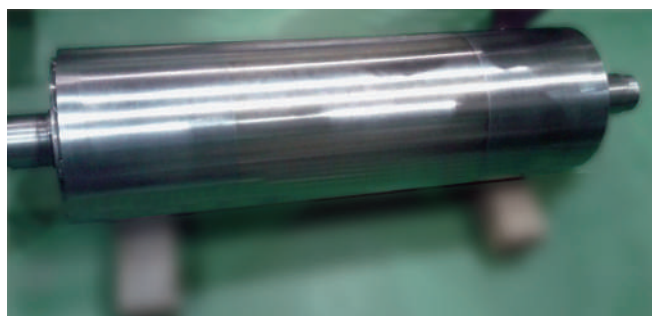
溶接肉盛の耐摩耗性に満足されていますか？是非 SDC-LA1 をお試しください。

SDC-LA1 溶射皮膜について

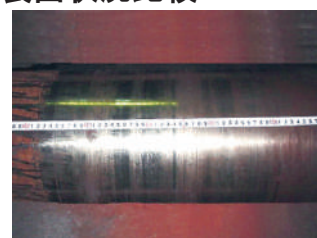
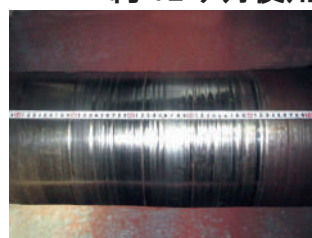
- 皮膜成分 : WC-NiCr
- 標準膜厚 : 4~5mmt
(更なる厚膜可。個別にご相談下さい)
- 表面粗さ : Ra 0.02~3.0 μ m 調整可能
- 密着力 : 350~400 MPa
- 使用上限温度 : 約 1000℃
- 加工可能寸法 : Φ 2000×3500H
重量 2.8 ton



溶接肉盛仕様からSDC-LA1への変更事例



約 12 ヶ月使用後の表面状況比較

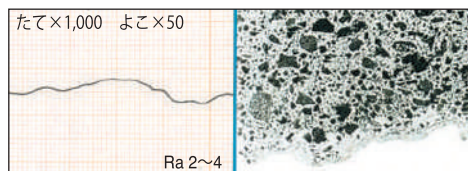


CDC-ZAC Fine Ceramic Coating by Chemical Densified Process

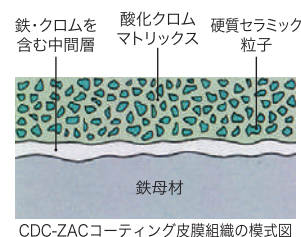
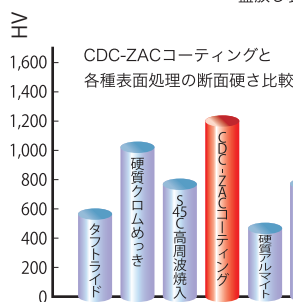
CDC-ZAC コーティングは酸化クロム (Cr2O3) をベースにした複合セラミックで構成され、高硬度、高密着力、低い摩擦係数、他のセラミックス皮膜と比較して高密度、などの優れた特徴があります。耐摩耗性や耐食性が要求される機械部品に抜群の威力を発揮します。

■ 皮膜の代表的特性

- 高硬度** HV1,600~2,000の硬質セラミック粒子から構成されていますが、皮膜硬度としてはHv1,000~1,200を示します。
- 高密着力** 皮膜内に母材のFeが、母材内に皮膜中のCrがそれぞれ相互拡散した化学的結合による中間層を形成していますので、極めて高い密着力を有します。
- 高密度** 形成された皮膜は平均粒径が約2μmの酸化クロム系複合ファインセラミックで構成されており、高密度な皮膜を形成します。
- 高い粒子間結合力** 化学緻密化処理によって皮膜内に生成される酸化クロムは、ベースを構成する他の複合酸化物と化学的に結合し、極めて強固な粒子間結合力を有します。

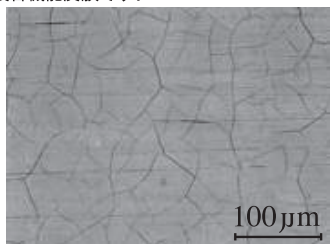


盛放し表面あらさ 断面組織写真SEM反射電子像(×600)



ZACROM

硬質クロムめっきは硬度に優れた特徴がありながら、表面に微小亀裂が無数に存在するため耐食性に劣るところが最大の弱点でした。ZACROMはこの微小亀裂を特殊セラミックスで封孔補強した複合機能皮膜です。



硬質クロムめっきの表面顕微鏡写真
(黒色の線が微小亀裂)

その特長 Strong Point

- ◎ 300~400℃の温度域にさらされた後でも高い耐食性を発揮します。
- ◎ 繰り返し応力を受けても微小亀裂が拡大・伝播することはありません。
- ◎ 皮膜はもとの硬質クロムめっきの硬度を維持します。
- ◎ これらの相乗効果で ZACROM コーティングは腐食性の高い環境下でも硬質クロムめっきの数倍から数十倍の耐久性を発揮します。

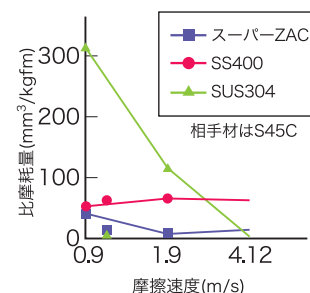
■ 耐食性 右記の比較写真をご参照下さい。→

スーパー ZAC

スーパー ZAC コーティングは、シリカ (SiO2) とクロミア (Cr2O3) を主成分とする複合セラミックス皮膜で、CDC-ZAC コーティングの耐食性をさらに改善した新皮膜です。耐熱性、耐摩耗性に優れ、従来ガラスライニングや樹脂ライニングでは耐えられなかった温度域での腐食環境下でも優れた耐食性を発揮します。また、母材の膨張・収縮に対する追従性にも優れ、熱膨張係数の高いオーステナイト系のステンレスなどへも適用が可能です。

■ 耐摩耗性

右のグラフは、大越式摩擦試験の結果を示したものです。スーパー ZAC コーティングは、SUS ステンレス鋼や SS400 鋼に比べて優れた耐摩耗性を有しています。摩擦速度を変化させても比摩耗量の変動は小さく、広範な使用条件においても安定した耐摩耗性を発揮します。



■ 耐食性

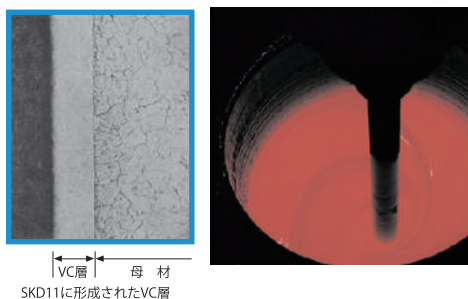
下記の比較写真をご参照下さい。(CASS 試験)

	試験前	24時間後	240時間後	360時間後
ZACROM めっき厚さ: 50μm (母材:SS400)				
スーパー ZAC 皮膜厚さ: 50μm (母材:SS400)				
ステンレス鋼 (母材:SUS304)				
硬質クロムめっき めっき厚さ: 50μm (母材:SS400)				

皮膜の特徴

TD-VC 皮膜

■ TD-VC 皮膜の断面組織

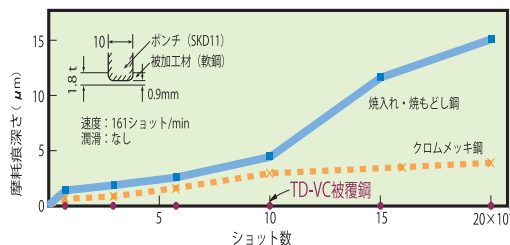


TD-VC 皮膜は高温塩浴処理法の1つであるTD法によって得られるバナジウムカーバイド(VC)系の極めて硬質な皮膜で、その断面硬度はHv3,200~3,800にも達し、加工物表面を磨耗や焼き付きから護ります。加工部品の耐久性能が大幅に改善され、TD-VC 皮膜は今や金型業界では、なくてはならない表面改質技術として高い評価を得ております。なお、塩浴処理法では被加工物の形状に関係なく、内面の死角部位も含めて一様な膜厚での成膜加工が可能です。

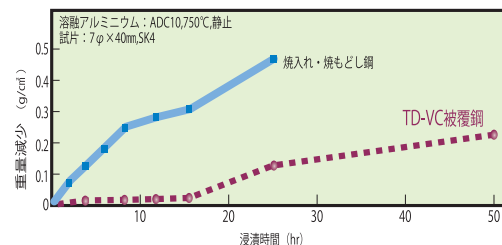
■ TD-VC 皮膜の特性

皮膜の種類	厚さ (μm)	硬さ (HV)	密着機構
TD-VC	5~15	3,200~3,800	拡散浸透タイプ
Cr めっき	30~50	900~1,000	メカニカルタイプ

■ コイニング加工による耐摩耗性

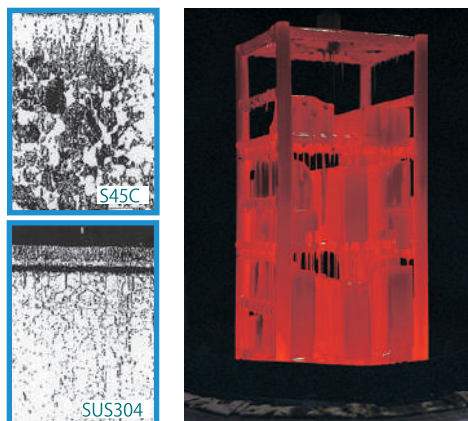


■ 耐溶融アルミニウム性



TBS-1500 皮膜

■ TBS-1500 皮膜の断面組織



TBS-1500 皮膜は TD-VC 皮膜同様高温塩浴処理法によって得られる鉄-ボライド系の硬質皮膜で、特に高温下のパーティクルエロージョンに対し無類の耐久性能を発揮します。加工対象部材は鉄をはじめとする遷移金属材料でそれぞれのベース金属と化学的に反応し加工部材表面にボライド化合物を形成します。なお、一般的に TBS-1500 処理法では TD-VC と比較して厚めの成膜加工ができます。

■ 加工母材別 TBS-1500 皮膜の硬さと厚さ

金属の種類	皮膜硬さ (Hv)	TBS-1500 皮膜厚さ (μm)	金属の種類	皮膜硬さ (Hv)	TBS-1500 皮膜厚さ (μm)
オーステナイト系ステンレス鋼 SUS304	1,300~1,700	5~30	機械構造用炭素鋼 S45C	1,200~1,500	30~100
合金工具鋼 SKD61	1,300~1,700	5~30	一般構造用圧延鋼 SS400	1,200~1,500	30~100
クロムモリブデン鋼 SCM435	1,300~1,700	30~100	ベアリング鋼 SUJ2	1,200~1,500	30~100

他の成膜法との違い

分類	TD-VC	TBS-1500	熱 CVD	PVD	Cr めっき	窒化
皮膜種	VC	Fe-B	TiC, TiCN	TiN, CrN	Cr	Fe-N
皮膜硬さ (Hv)	3,200~3,800	1,200~1,700	2,300~3,800	2,000~2,300	900~1,000	900~1,000
皮膜厚さ (μm)	3~15	10~100	3~15	1~5	20~50	10~20
処理法	溶融塩浸漬	溶融塩浸漬	ガス中加熱	減圧窒素ガス中放電	水溶液中電解	水溶液浸漬
処理温度 (℃)	900~1,000	900~1,000	900~1,000	400~600	50~80	500~600
母材の歪み発生	×	×	×	○	◎	○
母材 / 皮膜の密着度	◎	◎	○	×	×	△
耐摩耗性	◎	○	◎	△	△	△
耐熱性	△	◎	△	×	×	○

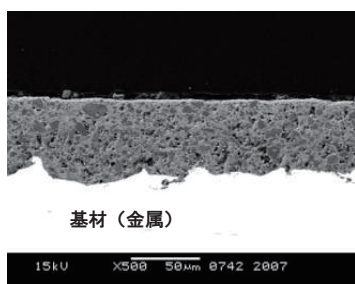
＋ ニーズに応じて、様々な特性をプラス。
それがトーカロの表面改質ソリューションプラス。

溶射を中心とした各種表面改質の総合メーカー

TOCALO トーカロ株式会社

Super-ZAC コーティング

緻密なセラミック皮膜で、耐食性に非常に優れ、腐食環境から金属部材を保護します。ハンダなどの溶融金属に対する耐性も有します。



断面写真 Super-ZAC



展示品の処理前写真

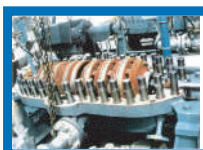


実物フィンチューブの加工状況



ライトナフサリフォーム抽出ポンプ(石油精製装置)

従来（コーティング無し）の抽出ポンプ腐食状況



横型 8 段圧縮ポンプ



基材材質：SCPH-2



問題点

重質ナフサからブタン・LPG を抽出するとき、含まれる酸性の強い不純物が、インペラやカバーを短期間で腐食させていた。
従来は、3ヶ月毎に開放してサンドブラストによる錆の除去と清掃が必要であった。

運転条件

流体：重質ナフサ 温度：40 ～60℃ 回転数：2970rpm 相手材：酸化鉄スラッジ 圧力：0.357 ～ 3.2MPa

S-ZACコーティング後



インペラ Φ219



インターメディアイトカバー Φ330



効果

5年以上の長期連続稼働を達成
メンテナンス時間・費用削減にも貢献

鉛（Pb）フリーハンダでの浸漬試験結果



フローハンダ槽



ハンダ槽

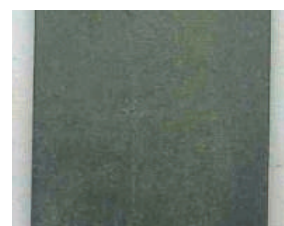
S-ZACコーティング後



SUS304 基材
432hrs 浸漬後



SUS316 基材
432hrs 浸漬後



Super-ZAC
3080hrs 浸漬後

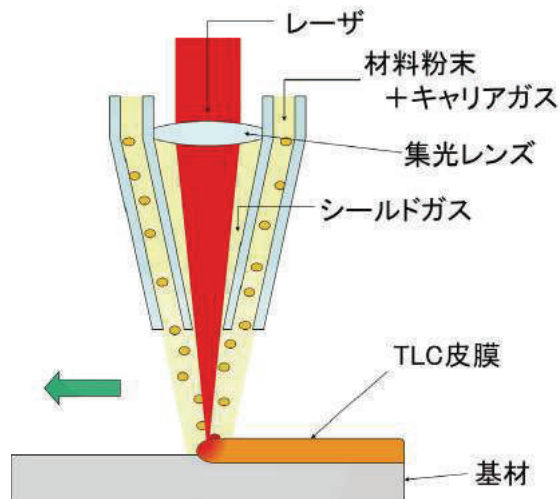
TLC技術(レーザクラッド)のご紹介

T L C 技術概要

TLCは、熱源にレーザビームを用いた肉盛技術であり、材料粉末をレーザの焦点位置に投入し、基材表面に溶融接合する事で肉盛層を形成する技術です。

主な特徴

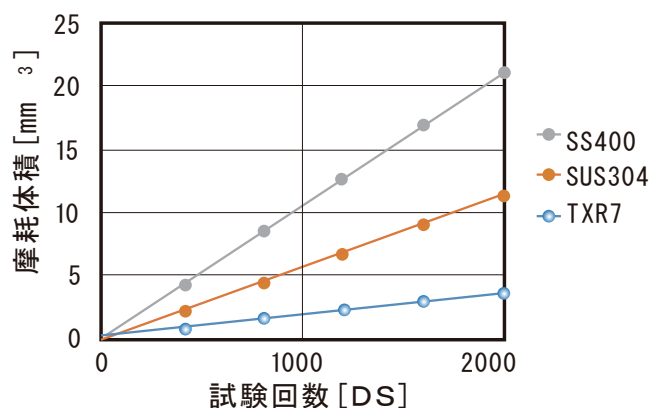
- ① 基材への入熱が小さい
- ② 熱ひずみや熱影響部が少ない
- ③ 皮膜への基材成分の希釈が少ない
- ④ 膜厚のコントロールが容易



TLC模式図

耐摩耗性皮膜「TXR7」

「TXR7」は耐摩耗性に優れたTLC皮膜であり、スガ式摩耗試験においてSS400の5.7倍、SUS304の3.1倍の耐摩耗性を示します。



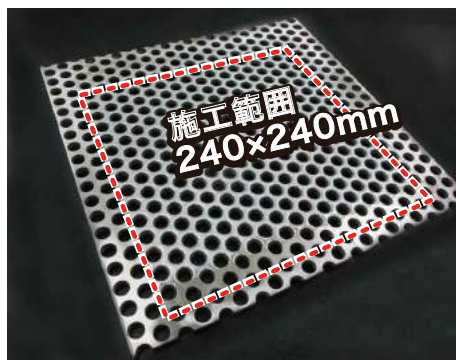
スガ式摩耗試験結果

TLC施工の一例

TLC技術の特徴を生かした施工条件の最適化を行うことで、パンチングメタルのような熱容量が小さな基材表面に対しても肉盛皮膜を形成することが可能となります。

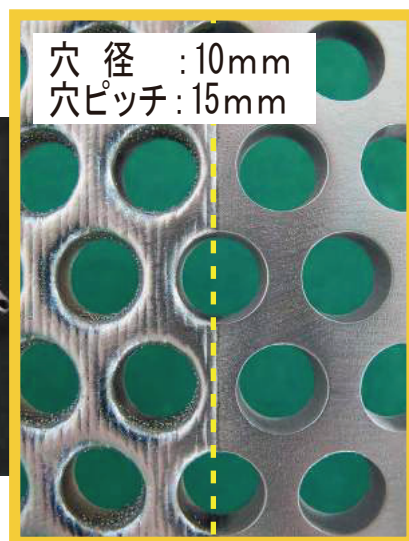


TLC施工の様子



パンチングメタルへの施工

基材材質 : SUS304
寸 法 : 300×300×6mm t
膜 厚 : 0.5mm



施工部

未施工部



ニーズに応じて、様々な特性をプラス。
それがトーカロの表面改質ソリューション

溶射を中心とした各種表面改質の総合メーカー

TOCALO トーカロ株式会社

有機系 防汚コーティング

(撥水・撥油)

血液や粘液の付着を低減

撥水・撥油コーティングにより、理化学機器や医療機器への汚れの付着を低減します。
極めて薄い透明膜であるため、製品の寸法が変化することはありません。

	主成分	施工温度	使用上限温度	水との接触角	血液との接触角
S-tt-kote	F分散型有機系化合物	～150℃	≒200℃	110～115°	100～110°
HS-kote	Si系有機化合物	～150℃	≒250℃	100～110°	80～90°

特長

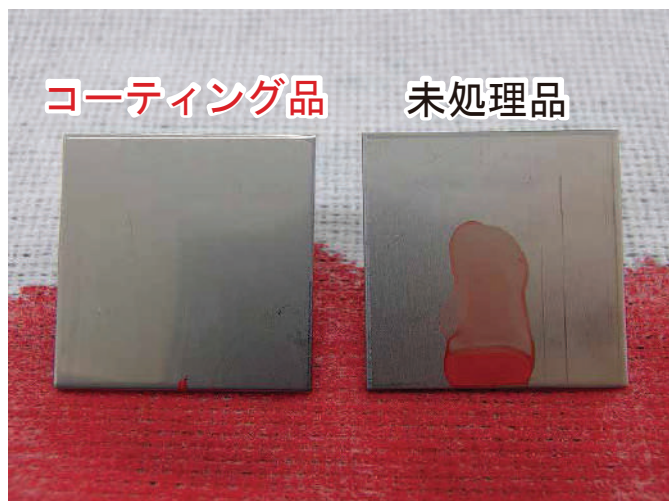
- ① 防汚性…水や油の汚れが付着しにくくなる
- ② 施工性…低温処理(室温でも可)が可 → 金属・ガラス・樹脂に施工可能
複雑形状へも対応(細管の内外径にも施工可能)
- ③ 耐薬品性…酸や弱アルカリ、一般的な有機溶剤(アセトン、IPAなど)に耐性を示す
- ④ 外観…透明な薄膜であるため、外観を損ねない

皮膜特性

※S-tt-kote の評価結果

撥液性（血液）

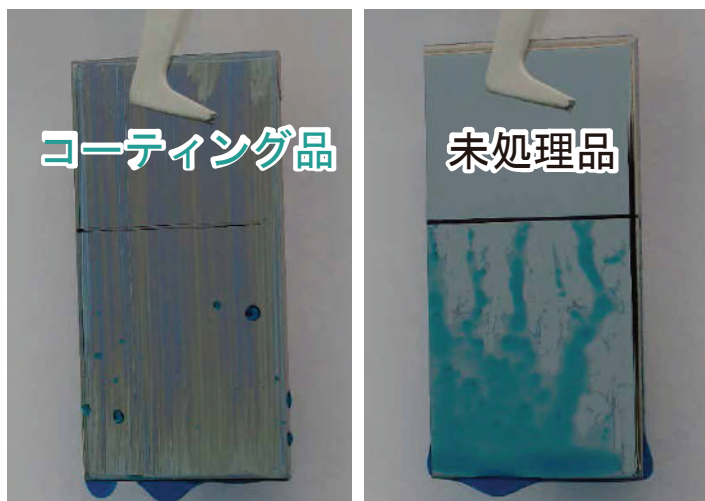
■血液を滴下すると、液滴はすぐに滑り落ちます。



血液：牛保存血液

撥液性（粘液）

■鼻水を模擬した粘液に浸漬してもほとんど付着しません。



粘液：カルボキシメチルセルロースナトリウム水溶液 粘度：約300mPa・s



ニーズに応じて、様々な特性をプラス。
それがトーカロの表面改質ソリューション

溶射を中心とした各種表面改質の総合メーカー

TOTALO トーカロ株式会社

無機系 防汚コーティング

(超親水)

洗浄性向上・防曇効果

超親水性コーティングにより、理化学機器や医療機器に防汚性や防曇効果などの機能表面に付与することができます。

	主成分	施工温度	使用上限温度	水との接触角	血液との接触角
SG-kote	SiO ₂ 系無機物	120℃～450℃	約500℃	約30°	46～72° 施工条件により異なる
SGC-kote	SiO ₂ 系無機物	120℃	約200℃	約10°	20～25°

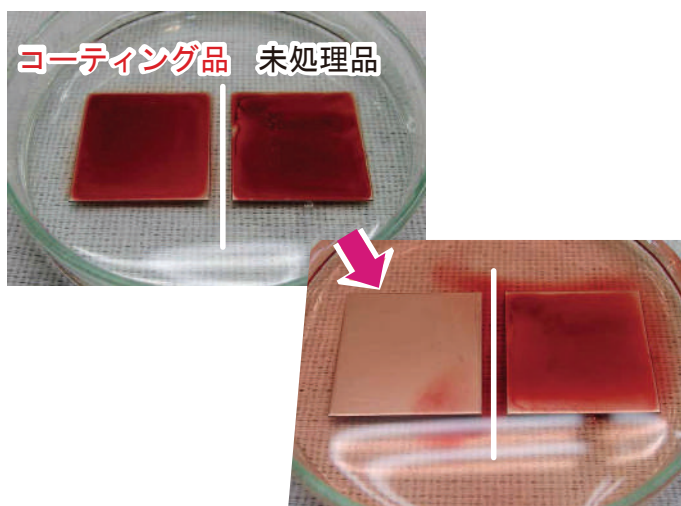
- ① 施工性…低温処理(室温でも可) ➡金属・ガラス・樹脂にコーティング可能
複雑形状へも対応(細管の内外径にも施工可能)

- 特長** ② 耐薬品性…酸や弱アルカリ、一般的な有機溶剤(アセトン、IPAなど)に耐性を示す
③ 帯電防止…帯電防止機能を有するので、ホコリも付着しにくくなる
④ 外観…透明な薄膜であるため、外観を損ねない

皮膜特性

洗浄性の向上(セルフクリーニング)

■水に浸漬するだけで、付着した血液が除去できます。



※牛血液を付着乾燥させた試験片を純水に浸漬

防曇効果

■水滴が濡れ拡がるため防曇効果が得られます。

コーティング なし コーティング あり

