

〔9〕 ファインコーティング装置およびファインコーティング受託加工事業

当社ビーム・プラズマ事業本部 ファインコーティング部（FC部）とグループ会社である日本アイ・ティ・エフ株式会社（ITF）は、FC部が海外7拠点（中国2拠点、タイ1拠点、ベトナム1拠点、インド3拠点）でのファインコーティング（FC）受託加工事業、ITFが国内2拠点（京都1拠点、前橋1拠点）でのFC受託加工事業およびFC装置の製造販売事業を担当している。

当社グループでは、2021年度より5年間の中長期計画「VISION2025」を開始し、保有するリソースを有効活用し、一体となって活動を進めている。2022年は、①DLC成膜装置の適用分野拡大、②ギア用DLC（Diamond-Like-Carbon）膜の開発、③金型用窒化物膜「IAXコート」の拡販に取組んだ。

以下に、上記三つのトピックスについて紹介する。

（ビーム・プラズマ事業本部 ファインコーティング部）
（日本アイ・ティ・エフ株式会社）

9. 1 DLC成膜装置の適用分野拡大

当社では、平滑で厚膜のDLC膜が形成可能な新型装置「MF720」を2021年度に開発した（図1）。



図1 平滑厚膜DLC成膜装置「MF720」

本装置は、膜の粗さを改善するため、成膜中に発生する不要なドロプレット（パーティクル）と成膜成分とを磁気フィルタで分離し、成膜成分のみを基材側に導くことが可能なフィルタードアーク方式を採用したもので、ドロプレットが少なく、欠陥の少ない緻密な皮膜を形成することができる。

本装置は、膜の平滑性の基準となる膜厚1 μm あたりの表面平均粗さを、従来比の1/6である0.02 μm まで改善することができる。また、カソード材料供給機構

を備えたことで、最大で20 μm までの膜厚のDLC膜が形成可能である。さらに同時に開発した密着層の成膜プロセスと合わせることで、膜と基材との密着性も大変優れた膜を形成できるようになった。

これまでの膜では、平滑性が悪い場合には、摺動する相手材とともにそのDLC膜も摩耗していた。本装置により形成したDLC膜は、磨き処理が無い場合でもそれらの摩耗量を小さくすることが可能となった。当社の他DLC膜と本DLC膜とで比較試験を行い、摩耗量を比較した。図2に試験条件を、図3に試験結果を示す。

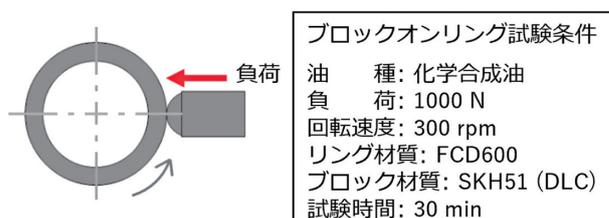


図2 摩耗量比較試験の試験条件

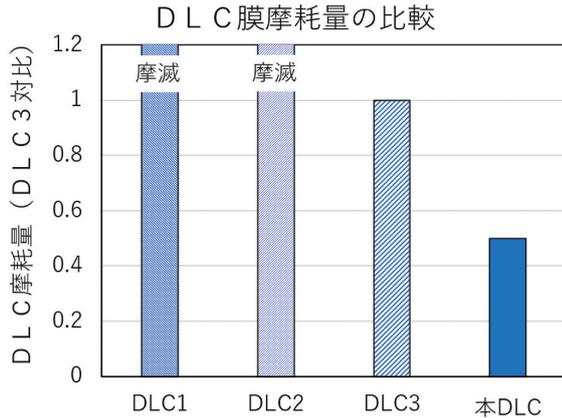


図3 摩耗量相対比較試験の試験結果

現在、本装置は主に自動車エンジン部品の成膜に適用しているが、今後は工具、金型分野への適用についても計画している。これらの分野への適用を考えると、現在のコーティング有効範囲（直径720mm×高さ750mm）よりも小さいものの方が好ましいため、小型装置の開発を行っている。

9.2 ギア用DLC

近年自動車において、エンジン車における低燃費化、EVにおける高航続距離化に向けて、ギアへのDLCコート適用に期待が高まっている。エンジン部品では滑り摺動環境下でのDLC使用が多かったが、ギアの歯面部は転がり滑り摺動環境となっており、摺動状態が大きく異なっている。このため、ギアの摺動環境下での摩擦挙動について調査が必要である。

当社では現在、高耐久化や長寿命化を目的として特定種類のギアへのDLCコートを行っているが、自動車など、さらなる適応拡大のために、当社のギア用DLCがどのような摺動環境下で有効に働くのかについて評価を進めた。以下に実施した評価試験について説明する。

図4に示す転がり滑り摺動試験機を用い、異なる動粘度のオイル中で摺動試験を行った。その結果を図5に示す。図5の縦軸はDLCと未コートの摩擦係数比となっており、値が低いほどDLCコートによる摩擦係数低減効果が高いことを表している。この試験結果から一般に、DLCコートによる摩擦係数低減効果が高いのは『オイルの動粘度が低い』、『転がり速度が速い』、『滑り率が高い』環境であることが分かった。

現在、自動車において、低燃費化のためのオイル低粘度化やモーター小型化のための高回転化などが進められている。ギアへのDLCコート適用はこれらの顧客ニーズに適合するものであり、当社は、この試験結果を今後の提案に役立てることで、高まるギアへの適用需要に対応していく所存である。

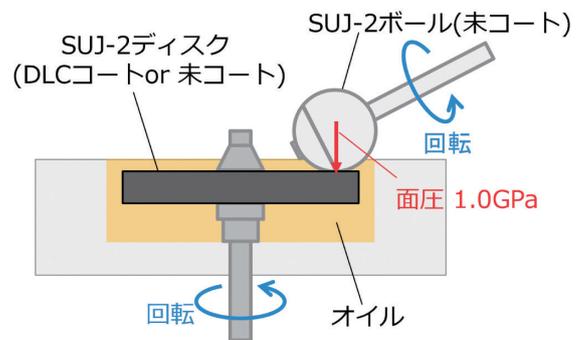


図4 転がり滑り摺動試験機

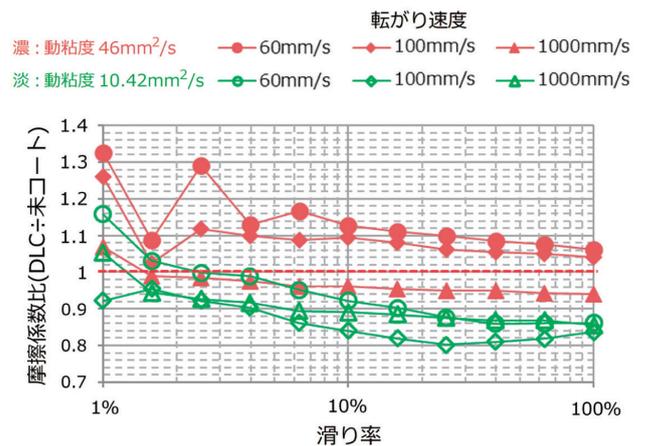


図5 多様な転がり滑り環境下における摩擦係数比 (DLCコートと未コート)

9. 3 金型用窒化物膜「IAXコート」

プレス金型やパンチ金型などさまざまな金型に対して、その寿命延長や加工品質の向上のためにセラミックコーティングが使われている。当社でもDLC膜や各種窒化物膜を金型用コーティングとして提供している⁽¹⁾。ここでは、窒化物膜のラインアップの1つである「IAXコート」について紹介する。

「IAXコート」は、厚さ1mmを超える鉄板のプレス加工に用いる金型など、耐摩耗性と耐熱性に加えて耐熱衝撃性が必要とされる環境下での金型に最適なコーティング膜である。表1に「IAXコート」と、金型用途でよく使用されるAlCrN（窒化アルミクロム）コートとの膜特性の比較を示す。「IAXコート」はAlCrNをベースにチタニウムを加えており、AlCrNと同等の高い耐熱性（酸化開始温度）と耐摩耗性（硬度）を有する上に、図6に示す超多層構造を採用することで耐熱衝撃性にも優れている。超多層構造とは、厚さ数ナノメートルの組成の異なる2種類の化合物層を交互に数100～1000層くり返し積層した膜構造で、熱亀裂の伝搬を抑制することで優れた耐熱衝撃性を発揮する。

図7に、板厚が0.9mmのステンレス鋼板にパンチ加工をした場合の金型の寿命比較の事例を示す。この事例から、AlCrNコートが加工数120万回で寿命に達したのに対して、「IAXコート」は240万回と2倍の加工が可能であり、耐摩耗性と耐熱衝撃性に優れていることがわかる。「IAXコート」は、今回の事例に限らず、熱間鍛造金型やダイキャスト金型など最も厳しい高温環境下や、プラスチック・ゴム成型金型などの腐食性のある環境下においても寿命向上に効果があり、さまざまなプレス加工現場で、顧客のお役に立てるものと期待している。

表1 AlCrNコートと「IAXコート」の膜特性比較

	AlCrN	IAX
膜構造	単層	超多層
硬度Hv	3000	3000
耐熱性	1000℃	1000℃

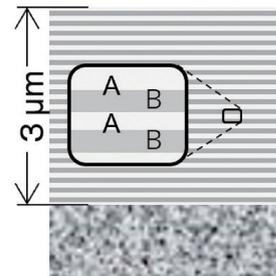


図6 「IAXコート」の膜構造（超多層構造）

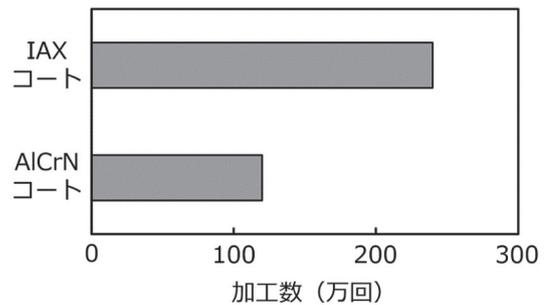


図7 パンチ加工寿命比較例

参考文献 [9] ファインコーティング装置およびファインコーティング受託加工事業

(1) 日本アイ・ティ・エフ株式会社：ファインコーティング受託加工「金型」(<https://nippon-itf.co.jp/coating/mold/index.html>) (参照日：2023/4/10)