

特 集 論 文

海外におけるファインコーティング事業のご紹介と最近のトピックス

Introduction and Recent Topics of Fine Coating Business in Abroad

森 口 秀 樹
H. Moriguchi

概要

当社は中国、インド、タイ、ベトナムの4か国、計9工場で、ファインコーティング事業を行っている。ファインコーティング事業とは、切削工具、金型、部品の表面にセラミックスからなる薄膜をコーティングすることで、それらの耐摩耗性、摺動性、装飾性を高める事業である。この事業について、その設立経緯、各拠点の概要、代表的な膜質の特徴、最近のトピックスについて報告を行う。

Synopsis

We are running a fine coating business at 9 factories in 4 countries, such as China, India, Thailand and Vietnam. The business is to increase wear resistance, sliding properties and decorativeness by coating thin film made by ceramics on the surface of cutting tools, molding dies and components. We will report on the histories of the business, the outline of our factories, the feature of our typical coatings and recent topics.

1. はじめに

当社グループでは、切削工具、金型、各種部品への窒化物やDLCのファインコーティング事業およびファインコーティング装置の製造販売事業を国内外で行っている。国内向けには住友電気工業株式会社（SEI）と合併で設立した日本アイ・ティ・エフ株式会社（ITF）が事業を担当し、海外向けには当社ファインコーティング部（FC部）が事業を担当している。FC部が拠点を有する国は、現時点で中国、インド、タイ、ベトナムの4か国であり、工場数は9つとなっている。以下、その設立経緯、各拠点の概要、代表的な膜質の特徴、最近のトピックスについて報告を行う。

2. 設立経緯

当社は1985年に米国マルチアーク社からPVDコーティング装置の製造技術を導入して、同装置の製造販売事業を開始した。1986年にはITFが国内においてファインコーティング事業を開始し、2003年には海外でのファインコーティング事業（FC事業）を開始した。最初のFC事業はタイのバンコクにある日新電機タイ株式会社

（NET）内に、自社製のPVDコーティング装置を設置して開始された。

設立当初は、SEIグループ企業のSumitomo Electric Hardmetal Manufacturing (Thailand) (SHT) で生産されていた超硬工具へのPVDコーティングをSEIからコーティング技術の指導を受けながら開始したが、その後SHT以外のタイ国内の顧客に対してもPVDコーティングを行うようになり、事業の拡大を進めた。

中国においても住電精密工具（上海）有限公司から要請を受けて、日新（無錫）機電有限公司（NEW）内に2005年に自社製PVDコーティング装置を設置して、中国でのFC事業を開始した。さらに2006年に日新高性能塗層（東莞）有限公司（2015年に閉鎖）、2007年に日新高性能塗層（瀋陽）有限公司（ACS）、2008年に日新高性能塗層（天津）有限公司（ACJ）を設立して、中国での事業を展開している。

インドでは地元企業（マザーサングループ）との合併でNissin Advanced Coating Indo Co., Pvt. Ltd. (ACI) を設立し、ニューデリー近郊のノイダ工場、ムンバイ近郊のプネ工場、アフマダーバード近郊のグジャラート工

場で事業を行っている。

さらに、2020年にはベトナムハノイにある日新電機ベトナム有限会社（NEV）内でFC事業を開始した。

以上述べたように、FC事業は現在、中国、インド、タイ、ベトナムの4か国で実施しており、工場の数は合計9つとなっている。それぞれの拠点の位置を図1に示す。

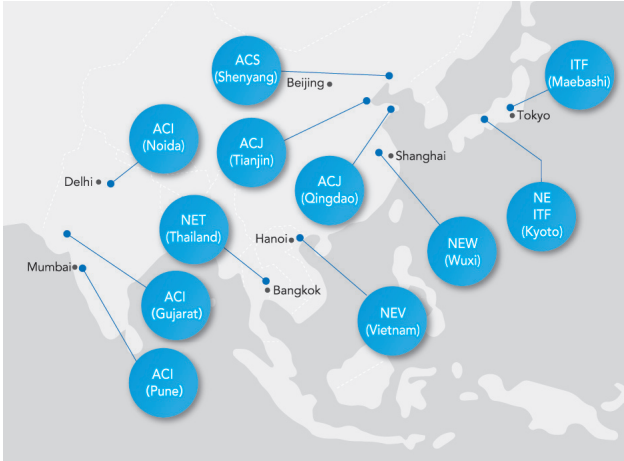


図1 FC事業の拠点位置

日本と同じコーティング品質を世界各国で供給し、高性能コーティングでお客様の生産における様々な問題を解決することを目標としながら、FC事業を展開しており、ブランドネームはNissin Advanced Coatingである。

3. 各拠点の概要

次に、各拠点の概要について紹介する。

3. 1 ACS：日新高性能塗層（瀋陽）有限公司

中国の瀋陽に2007年に地元中国企業との合弁事業として設立された。切削工具、金型、各種部品用に主に窒化物のPVDコーティングを行い、北は長春、南は大連までをカバーしながら迅速な納期サービスを行えるよう運営している。2019年には中国企業との合弁を解消して当社の単独資本となり、瀋陽郊外の瀋撫新区にある新工場に移転し、新しい大型PVD炉を導入して生産能力を従来の二倍に引き上げた。

3. 2 ACJ：日新高性能塗層（天津）有限公司

中国の天津に2008年に日系商社との合弁事業として設立されたが、現在合弁は解消し、当社の単独資本となっている。2019年末には青島に天津工場の分公司を設立した。青島のある山東省には中国を代表する自動車や家電、鉄道車両の製造企業が集積し、天津エリアを上回る規模の経済圏が形成されており、今後の事業拡大を目指している。

3. 3 NEW/FC：日新（無錫）機電有限公司

中国の無錫にあるNEW内で2005年にFC事業を開始した。切削工具、金型、部品用に窒化物のPVDコーティングを行うだけでなく、金型用、自動車部品用にDLCコーティングを行っている。2020年には高性能の水素フリーDLC膜を日本でトップシェアのITFから技術導入しており、優れた密着性と耐摩耗性の金型用DLC膜を中国で提供できるようになった。

3. 4 ACI：Nissin Advanced Coating Indo Co., Pvt. Ltd.

インドのノイダに2008年に設立された。2017年にはブネに新工場を開設し、2020年にはグジャラートで新工場を稼働予定である。インドの人口は2027年には中国を抜いて世界一になると言われており、今後の経済規模の拡大が確実視されるなか、当社FC事業の発展を期待している。

3. 5 NET/FC：Nissin Electric (Thailand) Co., Ltd.

タイのバンコクにあるNET内で2003年にFC事業を開始した。切削工具、金型、部品用に窒化物のPVDコーティングを行うだけでなく、自動車部品用のDLCコーティングを行っている。2019年にはITFが開発した大型コーティング炉iDS1000を導入し、ディーゼルエンジンのピストンピン用にDLCコーティングの量産を開始した。

3. 6 NEV/FC：Nissin Electric Vietnam Co., Ltd.

ベトナムのハノイにあるNEV内で2020年にFC事業を開始した。現時点ではベトナムの自動車産業の規模は大きくないが、二輪車や電子機器産業の他、地元財閥が自動車会社を設立し、ベトナム政府も自動車関連産業の支援を行うなどしており、今後の発展が期待される拠点である。

4. 代表的なコーティング膜質の特徴

コーティングの代表的な基材の例を図2に示す。ドリル、エンドミル、カッター、ホブなどの切削工具、プレス、絞り、パンチなどの金型工具、装飾品や自動車用部品へのコーティングが代表的な用途となる。

表1に当社が提供している代表的なコーティング膜質とその用途を示す。



図2 切削工具、金型工具、自動車部品などのコーティングの具体例

表1 代表的なコーティング膜質とその用途

	TN	TA	TC	DC	DC-fine	SCA
Film material	TiN	AlTiN	TiCN	DLC	DLC	AlCr-Base
Thickness μm	2~5	2~4	2~4	0.5~1.5	0.1	3~6
Hv Hardness	2000	2500	2800	2000	3500	3000
Oxidation resistance $^{\circ}\text{C}$	600	800	500	300	500	1,100
Color	Gold	Purple	Gray / Brown	Black	Rain bow	Dark silver
<Application>						
Cutting tool (Milling & Drilling)	Up to 45HRC	○	○	○		
	45-55HRC		◎			○
	Over55HRC					◎
	Non ferrous metal			○	○	◎
Gear cutting tool	V=upto150m/min	○	◎			
	V=150~200m/min					◎
	V=200~300m/min					◎
Dies and Molds	Sheet metal forming	○	○	◎		○
	Forging & blanking	○	○	◎		○
	Hot Forging		○			◎
	Die-casting		○			◎
	Non ferrous forming				○	◎
	Plastic mold			○	○	○

4. 1 TN

膜質はTiN（窒化チタン）で、金色の美しい外観を示すコーティングである。軟鋼の切削、歯車の低速加工、板金の成形、鍛造や打抜き型の他、装飾用途で使用される。

4. 2 TA

膜質はAlTiN系で、紫色で硬度と耐酸化性が比較的優れるコーティング。軟鋼、一般鋼の切削用途の他、歯車の低速加工、冷間及び熱間の成型型、鍛造や打

抜き型、鋳造型に使用される汎用的なコーティング膜質である。

4. 3 TC

膜質はTiCN（炭窒化チタン）系で、灰色もしくは茶色のコーティング。軟鋼や非鉄金属の切削、板金の成形、鍛造や打抜き型の用途で使用される。耐酸化性は500 $^{\circ}\text{C}$ 程度とAlTiNと比較すると低いが硬度が高く、潤滑性が良いため金属に対する耐焼き付き性に優れるので、温度が上がらない加工用途で優れた性能を発揮する。

4. 4 DC

膜質は水素を含むDLC系で、製造法によって黒色や虹色に変化する。アルミ合金の切削工具、アルミやマグネシウム合金などの非鉄金属、樹脂の成型金型の用途で優れた耐溶着性、耐摩耗性、離型性を示す。

4. 5 SCA

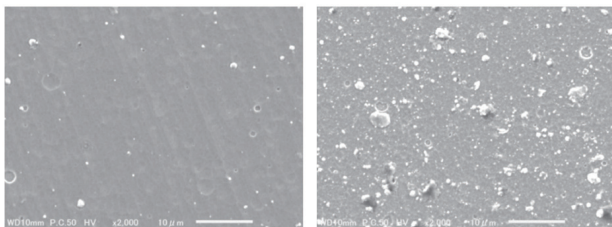
膜質はAlCrN系で、硬度が高く、耐酸化性も1100℃と非常に優れるので、一般鋼から高硬度鋼の切削用途の他、歯車の中高速加工、冷間及び熱間の成型、鍛造や打抜き型、鋳造型で使用される万能の膜質である。

5. 最近のトピックス

最近のトピックスとして、3つの膜質について紹介する。一つ目は2018年に提供を開始し、お客様からご好評を頂いているホブ用窒化物コーティング膜SCA、二つ目は2020年にNEWで提供を開始した金型用DLCコーティング膜HA、三つ目は2019年秋にNETでピストンピン用に量産を開始したDLCコーティング膜HCについてである。

5. 1 ホブ用窒化物コーティング膜「SCA」

SCA膜はAlCrN系のコーティング膜である。耐酸化性が1100℃と高く、硬度も高いので、ホブの中高速加工用膜質として優れている。本膜は、**図3**に示すようにPVDコーティング時に形成されやすいドロップレットと呼ばれる粗大な溶融粒子が少ない特長を有している。この優れた特長は、ITFが開発したステアワン蒸発源を用いた効果である⁽¹⁾。膜の平滑性と緻密性が向上しており、耐摩耗性に優れる。膜中の欠陥が少ないため、ホブ加工時に膜の破壊が起こりにくく、加工寿命を延長することができる。



(左) ステアワン蒸発源使用 (右) 従来蒸発源使用
図3 ステアワン蒸発源によるドロップレット低減効果

5. 2 金型用DLCコーティング膜「HA」

HA膜は膜中に水素を含まないDLC系のコーティング膜である。HA膜は真空アーク蒸着法⁽¹⁾で成膜されるため、膜中に水素を含まず、高硬度で耐摩耗性、

耐熱性、耐凝着性に優れる。特に非鉄金属に対する耐凝着性に優れ、プラズマCVD法⁽²⁾で成膜された水素を含むDLC膜やノンコート⁽³⁾の金型に対して数倍～10倍を超える寿命を達成することも珍しくなく、非鉄金属や樹脂用の金型用膜質として非常に優れた性能を示す。**表2**にその適用事例を示す。NEWにはこのHA膜を提供するDLC膜の専用炉があり、2020年より量産を開始している。金型用HA膜は今後、NETやNEVなど他の製造拠点でも量産開始予定である。

表2 金型用DLCコーティング膜「HA」の使用実例

用途	相手材	従来材料	評価結果	結果概要
絞り	マグネシウム	他社DLC	◎	HAは耐熱性に優れるため、寿命は10倍以上
曲げ	A7000系アルミ	他社DLC	◎	他社は数ショット、HAは300ショットで摩耗無し
抜き	A5052アルミ	他社DLC	◎	HAは凝着なく長寿命で採用
かしめ	銀接点	超硬合金	◎	HAは凝着なく長寿命で採用
パンチ	A6061アルミ	ノンコート	◎	HAは凝着なく寿命は15倍以上で採用

5. 3 ピストンピン用DLC膜「HC-DLC」

HC膜は膜中に水素を含むDLC系のコーティング膜である。本膜は真空アーク蒸着法にてDLC膜を成膜する際に、炭化水素ガスを導入して作製される。このため水素を膜中に含むDLC膜であるが、Mo-DTCが添加されたエンジンオイル中でも従来の水素を含有するDLC膜のような異常摩耗を起こさず、アルミや銅などの軟質金属に対しても相手攻撃性が低い。また、**図4**に示すように、炭素鋼 AISI1137に対する耐焼付き性にも優れるため、ピストンピン用DLC膜として非常に優れた性能を発揮する⁽³⁾。NETではこのHC膜を安価に提供するため、大型のDLC成膜炉iDS1000⁽⁴⁾を導入し、2019年秋にピストンピン用途で量産を開始した。

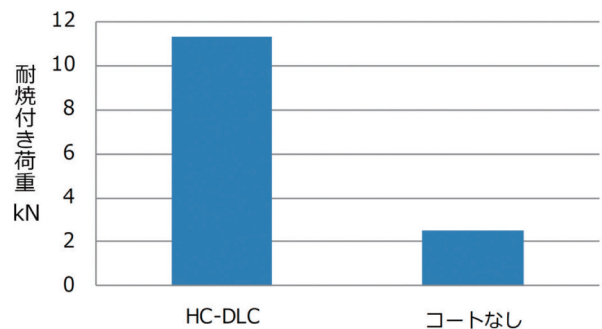


図4 HC-DLC膜の優れた耐焼付き性能

6. まとめ

本論文では当社の海外におけるファインコーティング事業について紹介を行った。ファインコーティングサービスはもの作りをサポートする事業として発展してきた。このため中国をはじめ、インドやタイ、ベトナムに当社FC事業の活動範囲を広げてきた。今後も「日本と同じコーティング品質を世界各国で提供する」を合言葉に、高性能のコーティング膜と適切な使用方法をお客様に提供することで、お客様のもの作りにおける様々な問題の解決に貢献することを目標としながら事業を進めていく所存である。

参考文献

- (1) 岡崎他：「コーティング装置と、その要素技術の変遷」日新電機技報Vol.62, No.3(2017.10)
- (2) 森口他：「DLC製造プロセスの歴史とその応用」SEIテクニカルレビューVol.188(2016)pp.38-43
- (3) 大城他：「自動車エンジン部品用DLC膜「HC-DLC」の開発」日新電機技報Vol.65, No.1(2020.4)
- (4) 「2017年の技術と成果」日新電機技報Vol.63, No.1 (2018.4)p.33

執筆者紹介



森口 秀樹 Hideki Moriguchi

執行役員
ビーム・真空応用事業本部
ファインコーティング部長
博士(工学)