

特集 プラスチック金型の最新動向

金型の耐摩耗・耐腐食性に有効なコーティング技術

<SXシリーズ被膜の特長と適用事例>

JFE精密株 今藤 雄治・桜井 雅彦・寺尾 星明

1. はじめに

JFE精密株は、新潟県新潟市に本社及び工場を置く、JFEスチール株の100%子会社である。1987年より受託によるPVDコーティング事業を開始し、当初より、プラスチック金型、プレス金型、切削工具を中心に事業を展開して来た。困っているお客様と協働して問題解決できる高付加価値製造サービス企業を目指し、常に最高の技術をもって、社会（＝お客様）に貢献することを目指している。その達成のために、ブランディング活動として「One to One - Spirits.」をコンセプトに、社員全員がモノづくりのプロとしてお客さま一人ひとりの課題と向き合い、柔軟な対応力と高い品質で解決へと導くよう取り組んでいる。

技術や製造を経験した営業員がCoating Plannerとして全国のおお客様の声を聴き、品質世界一を目指した活動とともに、現在保有している処理炉11台を駆使し、多種多様なお客様の要望に対して、きめ細かなサポートや納期対応を行っている。

お客様と向き合い、製品1つからでも、心をこめてコーティングをするという気持ちを表したのが「ココロコーティング®」で、左にあるハートマークは「握手する手と手」と「私たちの心」を表現して

いる（第1図）。

2. プラスチック金型用 PVDコーティング被膜

プラスチック成形用金型や射出成形機用部品においては、使用するプラスチック類への要求特性が厳しくなっており、それに伴い、それを成形するための金型や成形機部品の使用環境も厳しくなっている。特に最近では、家電や自動車関連のプラスチック部品で難燃剤添加プラスチックやガラス等の強化繊維あるいは金属粉添加プラスチック、腐食性ガスを発生しやすいプラスチックなどの比率が上がってきており、さらに厳しい環境下での使用が増えている。従来は、焼き入れ、浸炭、めっきおよび窒化が使われてきたが、それでは要求が満たされない場合が多くなって来た。

たとえば、窒化は母材の表面硬度がビッカース硬度で1,000程度までにはなるが、ガラス繊維や金属粉が添加されたプラスチックを成形すると早期に摩耗が進んでしまうこと。また一般的に表面がポーラスになり荒れることから、離型性や成形した製品の表面性状に悪影響を及ぼしてしまうことなどの欠点がある。ハードクロムめっきも表面硬度としてはビッカース硬度で1,000程度であること。一般的に表面に細かいマイクロクラックが発生し、そこに腐食性ガスや液体が侵入し母材を腐食させてしまうこと。また花咲き現象と言って母材のシャープ形状部のメッキが厚くなり角が丸くなってしまふことなどの欠点がある。これに対してPVDコーティング被膜がこのような分野においては有効とされ、当社でも各種の課題に合わせて独自の被膜を開発し、さまざまな分野にPVD被膜を提供している。



ココロをこめたコーティングを、一人ひとりのお客さまに向けて

ココロコーティング

検索

第1図 ココロコーティングロゴ

2-1 JFE精密株の金型用被膜の開発経緯

表面処理技術の一分野であるドライプロセスによる薄膜被覆法は、PVD（物理蒸着法）とCVD（化学蒸着法）の2つに大別することができる。さらにPVDは3つの基本的被覆法として真空蒸着、スパッタ蒸着、イオンプレーティングが挙げられる⁽¹⁾。

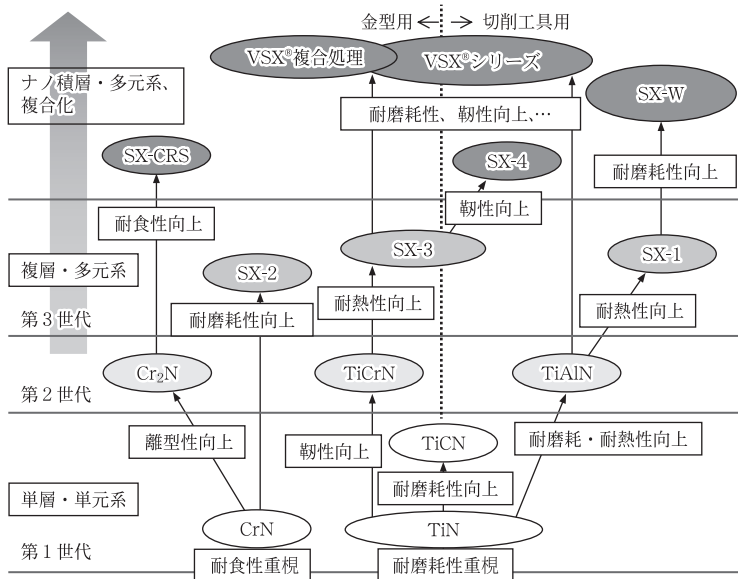
これらの方法を金型や部品類に用いる場合、CVDは処理温度が1,000℃近い高温となるため、母材の硬度低下や歪が生じることがある。それに対して、PVDは比較的低温で密着性の良い被膜が得られることから、金型分野でも広く用いられている。

当社でも、事業開始当初は、PVD被膜としては基本の被膜であるTiN被膜およびCrN被膜を中心としていたが、お客様の様々な課題に対応すべく、JFEグループの総合力も活用して各種の新被膜開発に力を入れて来ている。例えば、プラスチック成形用金型や射出成形機用部品向けには、複層・多元

系化を図ることにより耐摩耗性や耐熱性あるいは耐腐食性を向上させたSXシリーズの被膜を展開している（第2図、第1表）。プレス・鍛造用金型向けには、同じくSXシリーズの被膜のほか、さらにナノ積層・多元系・複合化したVSX[®]シリーズおよびVSX[®]複合処理も展開している。以下に、独自開発した代表的なPVD被膜とその実施例を示す。

2-2 高潤滑性・高耐摩耗被膜SX-2

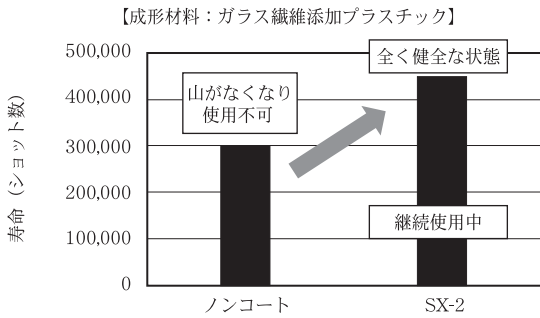
プラスチック成形用金型や射出成形機用部品において、通常のプラスチックを成形するような場合、ビッカース硬度2,000程度のCrN被膜でも十分な耐摩耗性が得られるが、前述のようにガラス等の強化繊維を添加したプラスチックの場合は、ハードクロムめっきは勿論のこと、CrN被膜でも早期に摩耗が進行してしまう。特に、添加比率が高い場合などはすぐに摩耗が進行して頻繁に金型や部品の更新が必要になる。そこで、Cr系の潤滑性を維持し離型性を



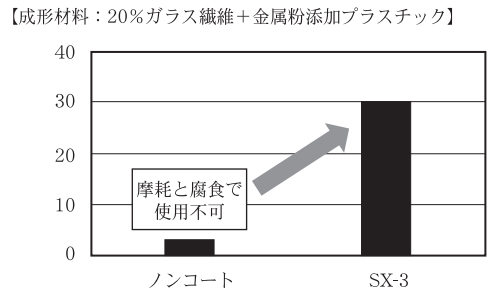
第2図 JFE精密株のコーティング被膜開発の経緯

第1表 仕様

被膜種類	TiN	CrN	SX-2	SX-3	SX-CRS
標準膜厚 (μm)	2~3	2~3	2~3	2~3	5
標準処理温度 (℃)	450~500	450~500	450~500	450~500	250~300
表面粗さRa	0.10~0.28	0.10~0.20	0.05~0.10	0.15~0.25	0.04~0.08
被膜硬度 (HmV)	1,800~2,500	1,600~2,200	2,700~3,200	3,000~3,400	1,300~1,700
耐熱温度 (℃)	450	550	550	1100	550



第3図 射出成形機スクリューへの適用効果



第4図 射出成形機スクリューヘッドへの適用効果

確保しつつ、添加元素成分を工夫しかつ複層化することにより、母材との密着力を確保しながら被膜表面の硬度を、ビッカース硬度で3,000付近まで向上させたのがSX-2被膜である。

実施例としては、ガラス繊維を添加したプラスチックを成形している射出成形機部品のスクリューがある。従来ノンコートで使用していたが、30万ショットで山が摩耗して消失し使えなくなっていた。そこでSX-2被膜を提案したところ、「45万ショット使用してもまったく摩耗がなく健全な状態を維持している」と効果が確認された(第3図)。ガラス繊維やフィラー材を添加したプラスチックの成形向けに耐摩耗仕様として好評頂いている。

2-3 高耐摩耗性・高耐熱性被膜SX-3

Cr系被膜をベースに添加元素成分を工夫し、層構成を改善することにより、ビッカース硬度で3,000

以上に向上させ、かつ耐熱性をより高めたのがSX-3被膜である。このSX-3被膜はプラスチック成形でも、比較的高い温度で成形するような場合や摩耗状況のより厳しい場合、プレス金型等ではより焼き付きが生じやすい場合などにより効果を発揮している。

実施例としては、20%ガラス繊維と金属粉を添加したナイロンを成形している射出成形機部品のスクリューヘッドがある。「従来ノンコートだと、3日で摩耗と腐食で使用できなくなる」との話を頂き、このSX-3被膜を提案したところ、1ヶ月まで寿命が延びることが確認できた(第4図)。

2-4 低欠陥・平滑性・

高耐腐食性被膜SX-CRS

難燃剤添加プラスチックや腐食性ガスを発生しやすいプラスチックなどを成形する場合、イオンプレーティングの代表的方式であるAIP(アークイオンプレーティング)方式の欠点であるドロップレット

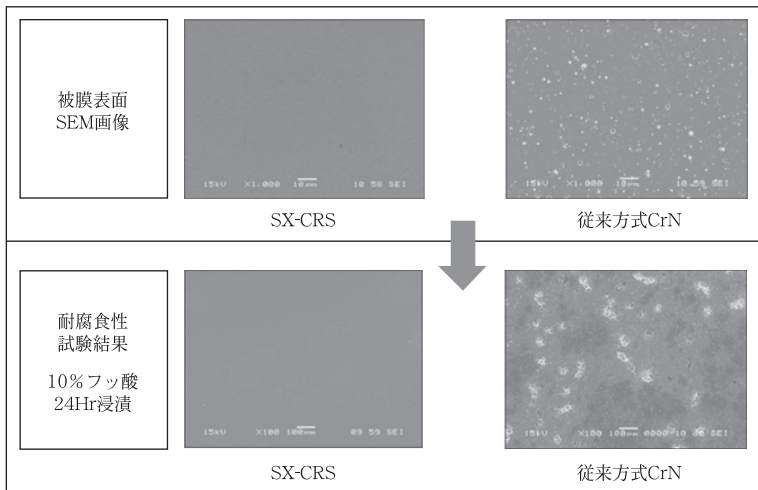
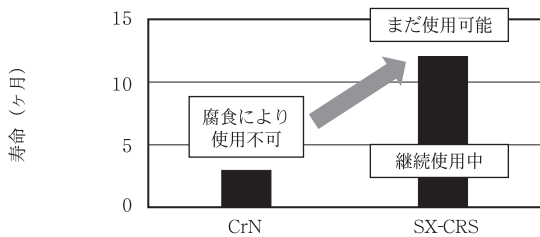


写真1 試験結果

【成形材料：ノンハロゲン系難燃性プラスチック】



第5図 射出成形機スクリューへの適用効果

(マクロパーティクル)の存在が影響を及ぼすことがある。これは蒸発源から副次的に発生する溶融粒子が被膜中に取り込まれるものであり、成膜された被膜の表面粗さを増大させ、またドロップレットが脱落した箇所が被膜欠陥となり腐食や摩耗の起点となるなど有害な場合が多い⁽¹⁾。この対策として、スパッタ方式を応用し、かつ成膜条件を改善・最適化することにより、低欠陥・平滑性・高耐腐食性のSX-CRS被膜を開発した。従来方式のCrN被膜に比べ、被膜表面のSEM画像観察や10%フッ酸溶液中での24時間浸漬試験で大幅な改善を示すことが確認された(写真1)。

実施例としては、ノンハロゲン系の難燃性プラスチック成形する射出成形機部品のスクリューがある。腐食が激しいためCrN被膜を使用していたが、それでも3ヶ月で腐食し使用できなくなっていた。さらに寿命延長したいとのご要望があり、このSX-CRS被膜を提案した結果、1年経過してもまだ使用可能となり引き続き使用している(第5図)。この他にも、透明プラスチックを成形すると、金型同士の擦

れによる金属粉が黒い汚れが付着するというお話があり、金型にSX-CRS被膜を提案して解消できたという例、同じく透明樹脂の成形金型に従来ハードクロムめっきやCrN被膜を使っていたが、成形温度を上げたところ成形品に色がつく問題が発生したことから、このSX-CRS被膜を提案し解消できたという例もある。

3. おわりに

PVDコーティング被膜の特長である耐摩耗性や耐腐食性をより改善した開発被膜であるSX、VSX[®]被膜はそれぞれ特長があり、選択肢も多く、様々な分野や用途でご使用いただいている。今後も、品質の向上や営業サービスの向上、被膜開発を継続し、お客様のお困りごとに対して、お客様と一体となって考え、解決を目指していきたい。

<参考文献>

(1) 桜井雅彦・寺尾星明：機械と工具、3、21(2007)

【筆者紹介】

今藤雄治

JFE精密株 コーティング事業部 事業部長

桜井雅彦

JFE精密株 技術部 次長

寺尾星明

JFE精密株 取締役 博士(工学)