

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

出典：プラスチック 2015.12 P35-P38

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。困っているお客さま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めざし、常に最高の技術をもって、社会（=お客さま）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 として全国のお客さまの声を聴き、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、多種多様なお客さまのご要望に対して、きめ細かなサポートや納期対応を行っている。この、お客さまと向き合い、製品ひとつからでも、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）。



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

2. プラスチック金型用 PVD コーティング被膜

プラスチック成型用金型や射出成型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来ており、それに伴い、それを成型するための金型や成型機部品の使用環境も厳しくなって来ている。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。

例えば、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型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、離型性や成型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、JFE 精密㈱でも各種の課題に合わせて独自の被膜を開発し、様々な分野に PVD 被膜を提供している。

2-1. JFE 精密㈱の金型用被膜の開発経緯

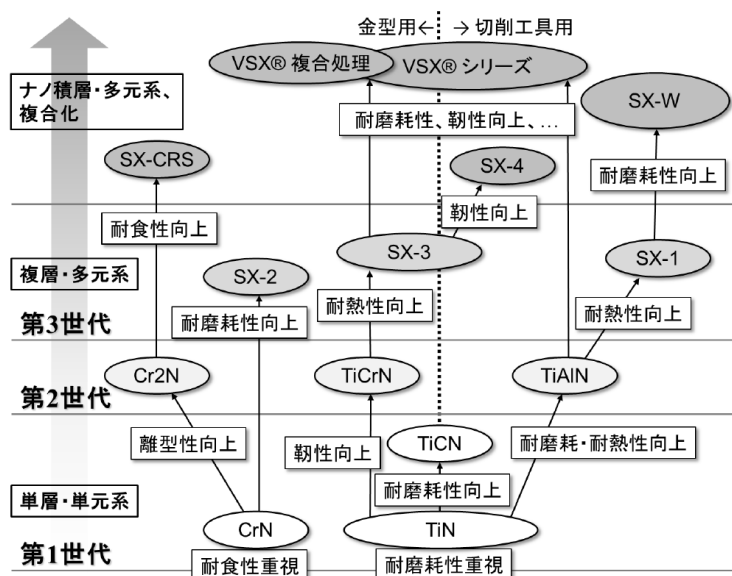
表面処理技術の一分野であるドライプロセスによる薄膜被覆法は、PVD（物理蒸着法）と CVD（化学蒸着法）の二つに大別することができる。さらに PVD は三つの基本的被覆法として真空蒸着、スパッタ蒸着、イオンプレーティングが挙げられる¹⁾。

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。

JFE 精密㈱でも、事業開始当初は、PVD 被膜としては基本的な被膜である TiN 被膜および CrN 被膜を中心としていたが、お客さま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、プラスチック成型用金型や射出成型機用部品向けには、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。

第1表

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(°C)	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(°C)	450	550	550	1100	550

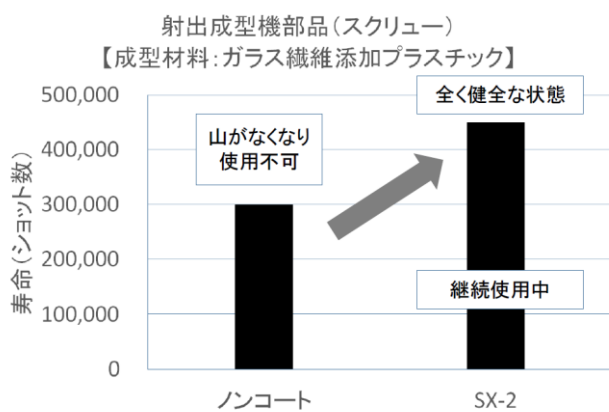


第2図 JFE精密㈱のコーティング被膜開発の経緯

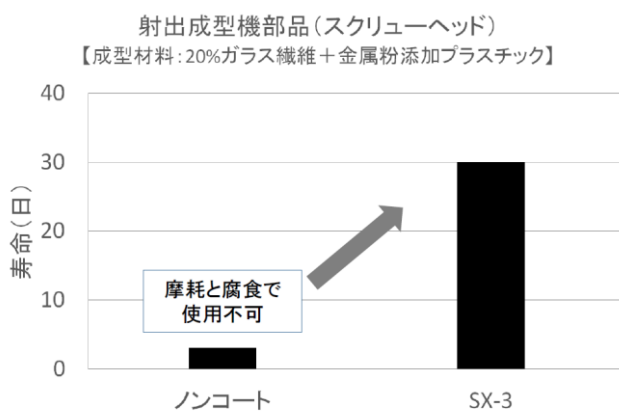
2-2. 高潤滑性・高耐摩耗被膜 SX-2

プラスチック成型用金型や射出成型機用部品において、通常のプラスチックを成型するような場合、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型している射出成型機部品のスクリーがある。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全く摩耗がなく健在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材を添加したプラスチックの成型向けに耐摩耗仕様として好評いただいている。



第3図



第4図

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型でも、比較的高い温度で成型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型している射出成型機部品のスクリーヘッドがある。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お話をいただき、この SX-3 被膜を提案したところ、1 か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型する場合、イオンプレーティングの代表的方式である AIP（アークインプレーティング）方式の欠点であるドロップレット（マイクロパーティクル）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型する射出成型機部品のスクリーがある。腐食が激しいためCrN被膜を使用していたが、それでも3か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型すると、金型同士の擦れによる金属粉か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型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、成型温度を上げたところ成型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。

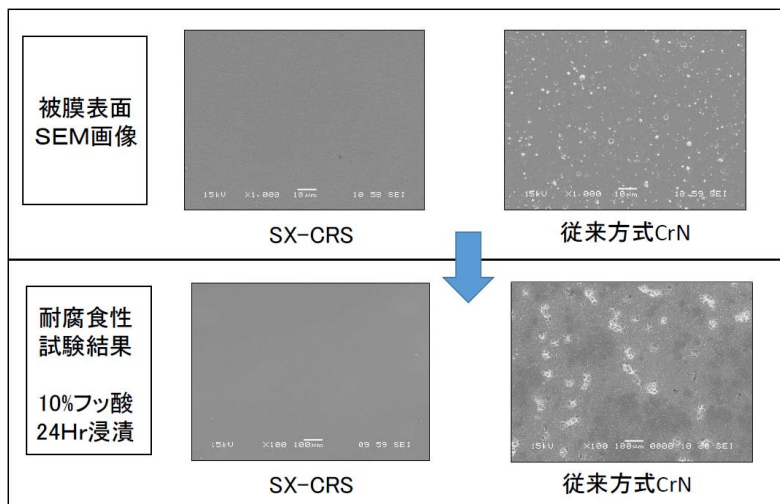
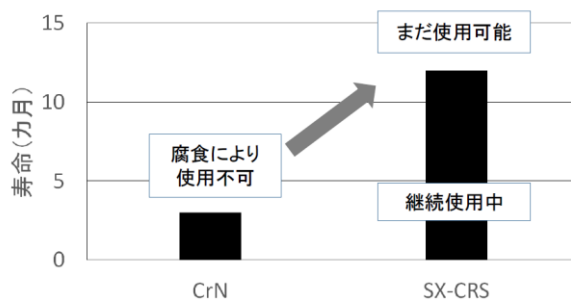


写真1

射出成型機部品(スクリー)
【成型材料:ノンハロゲン系難燃性プラスチック】



第5図

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、お客さまのお困りごとに対して、お客さまと一体となって考え、解決を目指していきたい。

1) 桜井雅彦、寺尾星明：機械と工具, 3, 21, 2007