

金型汚れ（モールドファウリング）と離型摩擦の根絶：工業成形におけるEverflon™半永久フッ素樹脂コーティングの先端応用

対象分野：ゴム・エラストマー、CFRP複合材料、ポリウレタン（PU）、回転成形 | 開発部門：Everflon 金型・離型システム事業部 |
発行日：2026年9月

航空宇宙向け炭素繊維複合材、精密ゴムシール、自動車用ウレタン部品、回転成形タンクなどの高精度成形プロセスにおいて、金型キャビティへの残渣堆積と離型不良は歩留まり低下とライン停止の最大要因です。Everflon™半永久フッ素樹脂コーティング（PTFE、FEP、PFA、ETFE）は、金型用特殊鋼やアルミ母材表面に極めて薄く強固に焼き付けられた低表面エネルギー乾式バリアを形成。使い捨て離型剤スプレーを完全に撤廃し、金型汚れを防ぎ、成形サイクルを大幅に短縮します。

1. 使い捨て液体離型剤の限界と金型ファウリングのメカニズム

ゴム成形、硬質・軟質ウレタン発泡、エポキシプリプレグ、ポリエチレン回転成形現場では、長年にわたり液体離型剤（シリコンオイル、ワックス、フッ素系エマルジョン）が用いられてきました。しかし塗布型離型剤には重大な問題が存在します。離型剤成分が成形品表面へ移行（転写）し、後工程における塗装、接着、二次加硫時のハジキや接着不良を多発させます。

さらに成形時の高熱と圧力によって液体離型剤が徐々に熱分解し、キャビティ表面で炭化・ニス化して強固な金型汚れ（モールドファウリング）を形成。これにより成形品の寸法精度が狂い、ガスベントが目詰まりを起こすため、ドライアイスブラストや薬液浸漬による頻繁な金型メンテナンスが強いられます。焼き付け処理されたEverflon™フッ素被膜は、移行成分ゼロで数千～数万ショットに及ぶ連続ドライ離型を実現し、金型洗浄工数を劇的に削減します。

成形品への成分移行ゼロ&二次加工性の確保：Everflon™コーティングは金型母材表面で熱架橋硬化し完全に固定されるため、シリコンやワックスのような成形品への成分移行が一切生じません。脱型直後の成形品は化学的にクリーンであり、溶剤洗浄工程を経ることなく直接塗装、構造接着、メッキ処理を行うことが可能です。

2. Everflon™金型用コーティングの4大エンジニアリング優位性

半永久的な完全ドライ離型性： 使い捨てスプレーの塗布作業を完全撤廃または激減させ、成形タクトタイム、薬液購入コスト、金型保守費用を削減。	最高260℃の連続高温安定性： 過酷なゴム加硫温度、航空機用オートクレーブ焼成、回転成形炉の高温雰囲気下でも非粘着性能を強固に保持。
金型汚れゼロ&ベント目詰まり防止： エポキシ樹脂、イソシアネート、硫黄加硫剤の焼き付き付着を防止し、精密なシボ模様やガスベント孔を常にクリアに維持。	高精度な薄膜プロファイル（10～35μm）： ミクロン単位で膜厚を精密制御し、エジェクターピンの摺動クリアランスやパーティングラインの嵌合精度に影響を与えません。

3. 成形加工向けEverflon™フッ素樹脂選定マトリックス

樹脂グレード	最高連続使用温度	離型・低摩擦性	主要機能メカニズム	代表的な金型・ツール適用例
Everflon™ PTFE	260 °C (500 °F)	極めて優秀	最低動摩擦係数、乾式境界潤滑性、広範な耐熱性	ゴムコンプレッション型、Oリング金型、複合材マンドレル
Everflon™ FEP	205 °C (401 °F)	優秀	平滑無気孔溶融膜、高粘着性熱硬化樹脂への抜群の離型力	CFRPエポキシ型、オートクレーブ治具、PU注型型、シリコン型
Everflon™ PFA	260 °C (500 °F)	優秀	完全溶融緻密被膜、卓越した耐薬品性、高温引裂靱性	回転成形金型、高温コンポジット型、タイヤ加硫ブラダー
Everflon™ ETFE	155 °C (311 °F)	良好（高耐摩耗）	最高引張弾性率、耐カット性、耐衝撃・耐フィラー摩耗性	ガラス繊維強化樹脂型、エジェクターピン、スライドコア部品

4. 重要成形分野における産業応用展開

- ・ ゴム・エラストマー成形（Oリング、オイルシール、防振ゴム、タイヤ）：硫黄や過酸化合物架橋剤（EPDM、FKM、バイトン®、NBR）は鋼材表面と反応し頑固なファウリングを生じさせます。Everflon™

PTFE/PFAコーティングはゴムの焼き付きを防ぎ、アンダーカット部のスムーズな脱型とベントの長期清浄化を実現します。

- ・ 先端複合材料成形（航空宇宙向け炭素繊維・ガラス繊維プリプレグ）：オートクレーブ内のエポキシ、BMI、フェノール樹脂はアルミやインバー材に強固に接着します。Everflon™

FEP/PFA被膜はピールプライやワックスを撤廃し、脱型直後から研磨不要で直接塗装可能なクラスA表面を提供します。

- ・ ポリウレタン（PU）成形（インテグラルスキン、軟質・硬質発泡フォーム）：反応性イソシアネート（MDI/TDI）は金型金属に激しく固着します。従来のワックス層堆積によるステアリングやアームレストのシボ潰れを防ぎ、Everflon™は微細なシボ模様を忠実に転写しながらドライ離型を維持します。

- ・ 大型回転成形（タンク、カヤック、薬品コンテナ、大型筐体）：炉内で溶融したPEやPPパウダーは金型内壁に密着したのち、冷却時に歪みなく剥離する必要があります。耐熱PFAコーティングは排気ベントの閉塞を防ぎ、均一な肉厚を保ちながらスムーズな脱型を支えます。

- ・ 精密射出成形金型（深リブ、コアピン、スライド機構部）：深いボス部やマイクロコネクタ形状では突き出し時の摺動抵抗が過大になり、白化やピン突き破れを起こします。Everflon™薄膜PTFEコーティング（10～15 μm）が離型抵抗を大幅に低減し、ハイスサイクル化を可能にします。

- ・ 液状シリコンゴム（LSR & HCR）成形・医療用成形品：LSRは微細なクリアランスヘバリが侵入しやすく金型に強く密着します。耐シリコンオイル性に優れたEverflon™コーティングは、極小バリのちぎれ残りを防ぎ、多キャビティ精密金型でバリのないクリーンな離型を実現します。

5. 金型下地処理、適用金属および技術FAQ

Everflon™の安定した投锚密着には、完全脱脂、ホワイトアルミナによる精密マイクロサンドブラスト、専用プライマー塗布、および最高400℃での高温焼成工程が不可欠です。

Q: なぜEverflon™コーティングを施すと塗装前の成形品洗浄が不要になるのですか？

A: 従来の液体離型剤はシリコンやワックス分子が成形品表面に移行し、塗装時にハジキ（ピンホール）を発生させます。Everflon™は母材上で完全架橋した不溶性固体被膜であるため成分移行が一切生じず、脱脂洗浄なしで直接塗装や接着が可能です。

Q: Everflon™コーティングによって金型キャビティの寸法精度は影響を受けますか？

A: いいえ。Everflon™は10～25 μmの精密制御された均一薄膜として施工されます。高精度ピンや公差の厳しいインサートに対しては10 μm以下の極薄膜仕様で対応し、ミクロンオーダーの寸法再現性を維持します。

Everflon™ 金型・離型システム事業部 — 表面改質エンジニアリング技術センター
金型キャビティへの施工適合性評価、摩耗金型の再コーティング再生プログラム、テストピース試作受付
E-mail: tooling@everflon.com | Web: www.everflon.com/mold-release