

プラスチック用金型の機能を向上させる表面処理技術

ユケン工業(株) TL 事業部 技術課 青松 明宏

1. はじめに

CO₂削減に貢献する自動車の軽量化が進んでおり、車体部品材料を金属から樹脂へ転換する動きが拡大している。このような中、高機能化のため、樹脂部品へのガラスフィラーや各種添加剤の量を従来よりも増加したり、樹脂部品の形状も複雑化している。この影響で成形の難易度は上がり、金型にもトラブルが起きやすくなっている。その課題の内容は離型不良や腐食、摩耗、成形時のガス汚れ付着などがある。当社はそれらの対応策として、樹脂市場向けの硬質皮膜「YコートタイプBL」を2009年に販売開始し、市場で好評価をいただいている。しかし、樹脂が抱き付きやすく、かつ、成形品を引き抜く距離が長いコア側で離型効果を発揮しづらい例もあることが分かってき

た。そこで離型課題に特化した「YコートタイプBLプラス」を2016年から展開し、自動車をはじめ、医療・電子部品の市場でも採用が広がっている。については、本稿では当社「YコートタイプBLプラス」の詳細と実施事例を紹介する（Yコートは当社商品の総称、タイプ〇〇は商品名である。以下、Yコートの記載は略す）。

2. タイプBLプラスの構造

図1に構造を示したタイプBLプラスは、硬質皮膜「タイプBL」と、下地に特殊なディンプル（凹凸）形状をつくる「プラス処理」を複合させた商品である。具体的な内容は後述するが、本処理は、両者それぞれの離型改善効果を発揮させ、かつ、下地処理の表面形状が摩耗で変形するのを硬質皮膜で防ぐことを狙っ

ている。これによって、タイプBLの適用領域拡大を可能としている（図2）。については、タイプBLプラスへの理解を深めてもらうため、皮膜と下地処理の各技術を順に説明する。

3. タイプBLの成膜手法

当社皮膜の成膜手法は、めっき技術の一種であるPVD（Physical Vapor Deposition：物理的蒸着）処理を用いている。この手法は炉内を真空にした後、450～500℃に加熱した状態で、原料をイオン化して成膜する。また、PVD処理は硬質皮膜を形成できる特徴を持ち、高い耐摩耗性が要求される金属部品の塑性加工（鍛造およびプレス加工）の金型に不可欠な技術となっている。表1に、タイプBLと樹脂成形金型に用いられる被覆表面処理の性能比較を示す。なお、

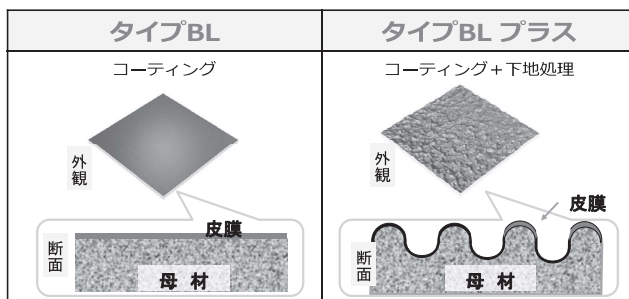


図1 YコートタイプBLプラスの構造

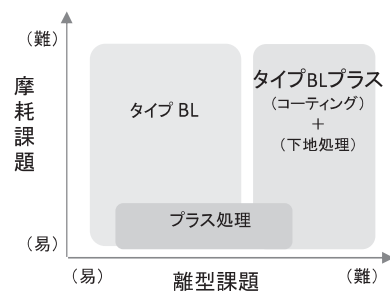


図2 樹脂成形課題に対するYコートの適用領域

表1 樹脂成形金型に適用される表面処理の性能比較

表面処理	タイプBL (PVD法)	TiN (PVD法)	クロムめっき (湿式めっき)	フッ素系 皮膜	NAK材 (無処理)
膜厚 (μm)	1~2	2~4	5~20	5~50	-
対水接触角 (°)	90	75	70	105	40
耐酸化温度 (°C)	500	400	300	260	200
硬度 (Hv)	2500	2200	1000	350	400
色調	黒	金	銀	灰	銀
離型性	○	△	△	◎	×
耐熱性	◎	○	○	△	×
耐摩耗性	◎	◎	△	×	×
耐腐食性	○	○	△	◎	×

本稿ではプラス処理と複合する際に重要なタイプBLの特徴（離型性、耐摩耗）を記載する。

4. タイプBLの離型性

離型不良の発生要因は、金型と成形品との摩擦抵抗や、成形材料から発生したガスが堆積したモールドデポジットがある。当社の経験ではモールドデポジット起因の離型不良で悩むユーザーが多いと実感している。また、金型と樹脂の付着を防止する離型剤により離型不良が劇的に改善することから、樹脂-金属間の親和性が離型の主な影響因子と考えられる。そこで当社は、親和性の指標である対水接触角が高くなるようにタイプBLの皮膜組成を設計している。なお、成分の詳細を開示できないが、タイプBLの主成分は化学的安定性の高いクロム金属がベースとなっている。

5. タイプBLの耐摩耗性

通常、樹脂成形金型では摩耗による問題はほとんど発生しない。しかし、成形品の強度や耐熱性向上のため、成形材料に多量のガラスフィラー（以下、GFと記載）を添加すると摩耗課題が出る。当社の知見では、GF含有量が30%を超え始めると摩耗に悩まれるユーザーも増える。摩耗は相手材料に対して強度が不足する場合に発生し、GFの硬度（高いもので600Hv以上）は一般の樹脂金型用鋼よりも高い。このため、鍛造やプレス成形同様、型表面の高硬化化が有効な対

策になる。タイプBLはクロムを主成分としたセラミック皮膜であり、2500Hvという高硬度を実現している。このタイプBLの硬さは、一般樹脂金型用鋼の3～6倍、耐摩耗対策に使われる硬質クロムめっき（約1200Hv）の2倍以上にもなるため、GFが多量に添加された成形材料に対しても耐摩耗性を発揮できる。

6. タイプBLプラスの下地処理について

プラス処理はいわゆるショットピーニングに類する技術であり、そのディンプル形状は素材表面に硬質材料を噴射して作られる。ディンプルによって樹脂と金型表面同士の摩擦する接触面積が減少するため、成形品が金型側へ抱き付いた状態であっても、エジェクトする際の摩擦抵抗低減につながる。肝となるのはディンプルの形状であり、他技術と差別化できるポイントになる。ディンプル形状に対して各社の様々な考え方があがるが、当社はディンプル凸部の角部を極力減らし、凹部は浅く・狭い、なだらかで目の細かい凹凸面形成を目指している。こうすることで、成形品をエジェクトする際の抵抗になる「引っ掛かり」を減らしている。

なお、当社推測の実証に当たり、実際の射出成形金型を用いている。

試験方法としては、コア側に抱き付きやすいカップ形状（φ20×20mm、肉厚約2.8mm）の成形品（図3）を成形している。なお、コアピン内部から突き

出るエジェクタピン底面に圧力センサーを設置しており、その抵抗値を離型抵抗値と定義して検出している。図4に、この離型評価試験を用いて、樹脂成形金型に使用される表面処理の離型抵抗値を比較評価した結果を示す。この試験に使用したコアピンの各表面処理被覆前の素材は、プラス処理以外すべて鏡面研磨している。また、成形材料はポリアミド（PA6）とポリカーボネイト（PC）にて成形評価を実施した。未処理に対してタイプBL被覆のみでも離型抵抗値は低下しているが、プラス処理を複合させた場合の方が、さらに離型抵抗を低減できている。

7. タイプBLプラスの効果事例

タイプBLプラスの射出成形における成形品（リブ部）の変形や傷の発生防止が確認された事例を紹介する。図5に成形品の問題発生箇所とタイプBLプラス処理前後における成形品表面の比較写真を示す。未表面処理の成形品では、エジェクト時の負荷が大きかったため、リブ底部に変形が生じている。加えてリブ部の側面には擦り傷が生じている。この金型に対し、タイプBLプラスを適用したところ、成形品がスムーズに排出されるようになったため、成形品の変形を最小に抑えることにつながった。併せて、リブ部側面の擦り傷も見られなくなっている。

また、図5の事例以外にも、「成形不良の低減」、「金型メンテナンス頻度の削減」、「成形サイクルタイムの短縮」、「成形機のチョコ停防止」などが挙げられる。



図3 離型評価試験に用いた成形機と成形品外観

その実績を表2に示す。これらにより、ユーザーのコスト低減に貢献している。

8. おわりに

本稿では、当社の商品から、プラスチック用金型の離型不良対策に有効な処理を紹介した。本商品は自動車部品をはじめ、電機部品、医療機器、住設部品などの様々な領域の金型に対して使用されている。当

社はこのタイプBLプラスを販売してから、樹脂成形において金型の表面に形状を作る処理の重要性を認識している。しかし、成形品の意匠面を変化させるため、その適用範囲は限定されており、改良の余地がある状態といえる。表面処理メーカーである当社は皮膜を中心として離型性の改善を図っていくものの、この表面形状を改質する処理にも着目し、商品展開を図って

いきたいと考える。例としては、現在、タイプBLとだけ組み合わせているプラス処理を他のコーティング皮膜と併用することや、ディンプルの深さや形状のバリエーション模索を検討している。今後、市場の拡大が予測される樹脂成形の分野において、生産性向上へ貢献できる活動を継続していく所存であり、各種ユーザーへの期待に応えていきたいと考える。

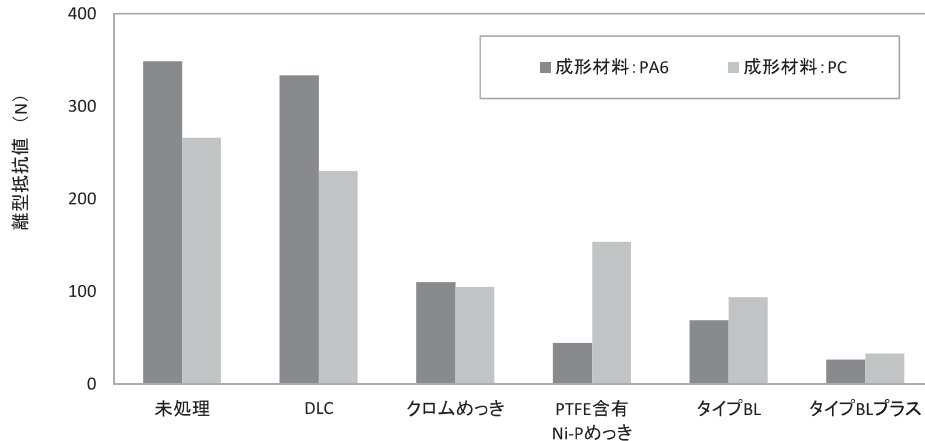


図4 各表面処理の離型抵抗値

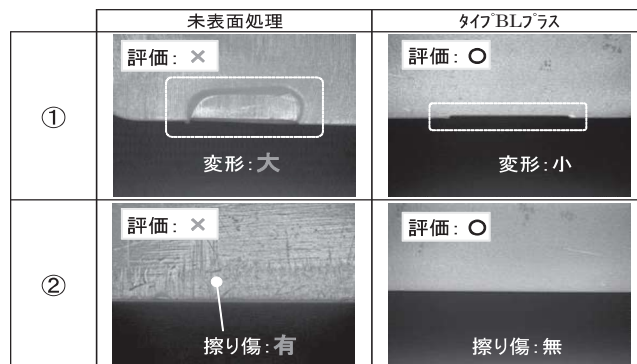
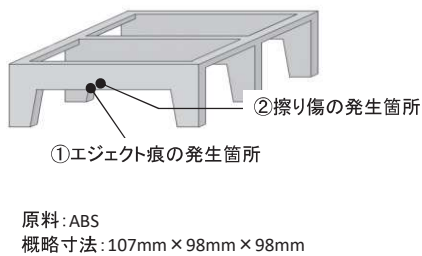


図5 効果事例

表2 タイプBLプラスの使用実績例

問題点	波及効果	成形材料	成形方法	対象金型	使用分野	表面処理と詳細	(従来)
							(変更後)
汚れ付着	メンテ頻度削減	PE	押出成形	ダイリップ	住設部品	未処理	製品出口での汚れ(目ヤニ)を除去する頻度が多かった。
						タイプBLプラス	汚れの付着量が減り、メンテの間隔を伸ばすことができた。
離型	チョコ停防止	PE	射出成形	コアピン	化粧品	PTFE	製品が抜けないときがあり、都度、設備停止する必要があった。
						タイプBLプラス	抜け性が改善され、設備を安定的に連続稼働できるようになった。
離型	サイクルタイム向上	PA6	射出成形	コアピン	車載部品	未処理	製品が抜け難いため、サイクルタイムを延ばして生産していた。
						タイプBLプラス	抜け性が改善し、冷却時間を5秒短縮できた。
離型	検査時間の短縮	POM	射出成形	エジェクタピン	車載部品	未処理	不定期(数千ショット毎)で製品不良が出るため、全数検査を実施。
						タイプBLプラス	数万ショットでも不良が発生せず、検査方法を変更(効率化)できた。
離型	メンテナしで成形可能	LCP	射出成形	コアピン	車載部品	未処理	勾配を付けても抜けが悪く、磨きで修正しながら対応していた。
						タイプBLプラス	修正無しでも成形可能となった。

参考文献

- 1) 大口優幸：型技術、Vol.27、No.2 (2012) p48-51.
- 2) 山田章博：型技術、Vol.32、No.11 (2017) 28-31.