

# 高耐久性金型のための高度コーティング技術の開発

## — プラスチック金型へのコーティング技術の開発 —

高度コーティングプロジェクトスタッフ 高木 誠 田中翔悟 真野 毅

### Development of Advanced Coating Techniques for Molding

#### - Development of Coating Techniques for Plastic-Elastmer Forming Mold -

Makoto Takagi, Shogo Tanaka and Tsuyoshi Mano

#### 1. はじめに

プラスチック加工品は生産量・生産額において産業に大きな位置を占めている<sup>1)</sup>。特に射出成型は大量生産に適した加工法として広く利用されている。しかし、素材や加工機、または金型形状などに対しては様々な技術向上が図られているものの、金型自体の材料特性などは、あまり注意が払われてこなかった。これは金型が消耗品と考えられているためであろう。しかし、使用環境の過酷化、樹脂の多様化、製品形状の薄肉化などの点から射出成型金型などにおいても表面処理を施すケースが増えてきている。金属プレス加工などにおいては高硬度と潤滑性（低摩擦）向上を目的としてDLC（ダイヤモンドライクカーボン）が利用されてきている。また、ダイカストにおいてはPVD（物理気相蒸着）法による高耐熱・高耐食のセラミック成膜の開発が進んでいる。当プロジェクトでは、プラスチック金型において離型性の向上を目的としたコーティング技術の開発を進めた。

一般的に知られている離型性表面といえばシリコン樹脂処理かフッ素樹脂処理されたものである。特にフッ素樹脂加工は離型性と耐久性を併せ持つ処理がフライパンなどに広く利用されている。研究ではまずこのフッ素樹脂加工表面（以下、現行品と略す）の構造とその劣化プロセスについて調べた。

#### 2. 現行品観察

図1が現行品を電子顕微鏡（SEM）で観察したものである。表面は滑らかな樹脂によって覆われている。この現行品の断面が図2であるが、下地対

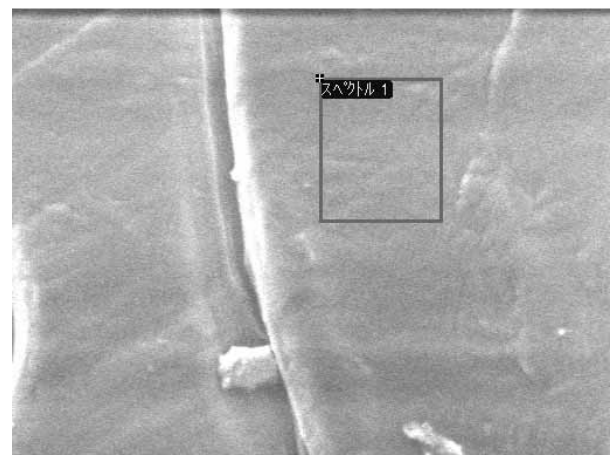


図1 現行品表面SEM観察像



図2 現行品断面SEM観察  
(下層の白いのが金属、上層がフッ素樹脂)

して金属による起伏が大きくつけられている。この起伏を埋める形でフッ素樹脂が覆っているのが確認できる。硬質金属材料の起伏は現行品表面を摩耗や衝撃から守る働きをしていると考えられる。

実際に現行品に対して耐久テストを行った。耐久

## 【ノート】

テストは高温の樹脂を現行品に押し付けるという手段で行い、耐熱性、耐衝撃性、離型性の変化を確認した。数千回行った上での現行品のSEM観察の結果が図3である。表面の樹脂が変形し、金属層がむき出しになっている様子が確認できる。

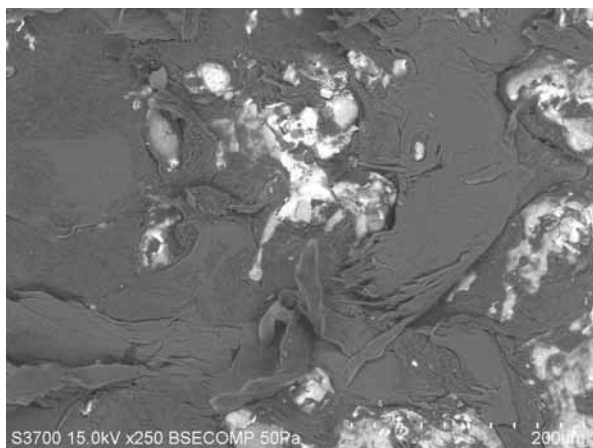


図3 現行品劣化後観察  
(白いのが金属、グレーがフッ素樹脂)

金属（重い元素）が白く、軽元素が黒く見え、SEMの反射電子像では、図4のように島状に金属層が剥き出しになっている様子が分かる。

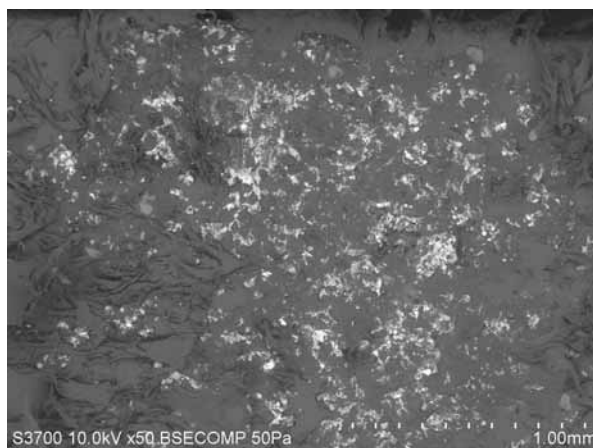


図4 現行品劣化後観察  
(白いのが金属、グレーがフッ素樹脂)

「離型性が高い」とは親和度が低い、つまり柔らかく接着しにくい事を意味する。従って、現行品はフッ素樹脂と下地の密着性を上げるために金属層による複雑な表面構造の他、プライマー処理などを行っている。しかし、フッ素樹脂自体が柔らかいために圧力や衝撃によって変形し、金属層が剥き出しになってしまう。この樹脂変形によって剥き出しになった部分が離型性低下のきっかけになると考えられる。

従って離型性の高い表面は、フッ素樹脂の変形を抑える構造が必要である。

離型性は表面の親和性の低さと関連があり、その点では撥水性とも共通するが、必ずしも撥水性の高い材質が離型性が高いとはいえず、逆も同じである。この理由としては、水と樹脂材料では物質によって親和性が異なる事、そして水は表面張力が高いため表面形状の影響を受けやすい事が考えられる。起伏に水や樹脂が入り込まなければ接触面積は小さく撥水・離型しやすい。しかし、起伏内に入り込めば接触面積は大きく濡れ易い状態となる。つまり、離型性は表面形状・素材の親和性・接触圧力などに影響を受けるために複雑である。現行品はフッ素樹脂の離型性のほか金属層の微小な起伏を利用し撥水性を得ているが、高い圧力や衝撃が掛かる表面では平滑な表面の方が適する可能性もある。

従って、今後はフッ素樹脂が変形せず平滑な離型性表面を検討していく予定である。

## 参考文献

- 1) 平成19年工業統計（経済産業省）