

特性の異なる二種類の微粒子を共析した 低摩耗・高耐久性、無電解複合めっき膜の開発

事業の背景・目的

大手自動車部品メーカーの(株)パイオラックス等から、プラスチック射出成形の生産性向上を目的として、金型等の離型性と耐久性を同時に向上する技術が求められている。

開発に成功しためっき膜は、プラスチック成形金型用表面処理に広く用いられる硬質クロムめっき（市場規模 120 億円程度：全国鍍金工業組合連合会）に比べ、高潤滑性でプラスチック成形時に発生するガスに対する耐食性にも優れていることから、硬質クロムめっき代替としての市場獲得を目指している。また、ドライプロセスで形成される CVD（化学的蒸着膜）等に対しても安価であることから、市場での高い競争力を見込める。

事業内容と成果

1.二種類の微粒子を共析した無電解複合めっき膜の作製

本研究に使用する微粒子として、h-BN（六方晶系窒化ホウ素）、SiC（炭化珪素）、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）、MoS₂（二硫化モリブデン）、シリコンの中から二種類を選定し、微粒子の粒度分布やめっき浴中の分散性（栃木県産業技術センターに依頼）、分散に最適な界面活性剤の選定、最適な添加割合及び添加方法について検討を行った。

各種組み合わせの結果、SiCとBN微粒子（以降、SiC+BNと記す）、PTFEとシリコン微粒子（以降、PTFE+シリコンと記す）、BNとMoS₂微粒子（以降、BN+MoS₂と記す）を使用した条件においては、二種類の微粒子が均一に共析することが確認された。（表1）

表1.分散粒子組み合わせとめっき膜中への共析結果

共析微粒子	結果
SiC + PTFE	共析確認、均一性悪
SiC + BN	共析確認、均一性良
SiC + シリコン	一方の粒子のみ共析確認
SiC + MoS ₂	一方の粒子のみ共析確認
PTFE + シリコン	共析確認、均一性良
PTFE + BN	一方の粒子のみ共析確認
PTFE + MoS ₂	一方の粒子のみ共析確認
シリコン + BN	一方の粒子のみ共析確認
シリコン + MoS ₂	一方の粒子のみ共析確認
BN + MoS ₂	共析確認、均一性良

2.二種類の微粒子の共析量とその割合及び微粒子分散性が摩擦・摩耗特性に及ぼす影響

粒子の均一な共析が確認された三種類の組み合わせの中で、めっき浴の安定性に優れるPTFE+シリコン及びBN+MoS₂を共析した複合めっき膜を選定し、栃木県産業技術センターに依頼して二種類の微粒子の共析量とその割合の測定、皮膜の表面、断面像の観察及び物性評価を行った。比較としてPTFEを共析した皮膜についての評価も行なった。

2種類の微粒子を共析した複合めっき膜を開発
硬質クロム1/4以下の低摩擦性を実現

重量法、GCMS法により測定したPTFE+シリコン複合めっき膜中の微粒子共析量の合計は4.9wt%で、共析割合は重量比で85：15であった。また、両微粒子とも皮膜中での凝集はなく1次粒子としてほぼ均一に共析していた。重量法、ICP発光分光法により測定したBN+MoS₂複合めっき膜中の微粒子共析量の合計は4.2wt%であり、共析割合は重量比で95：5であった。また、両微粒子は、皮膜中で多くが二次粒子として共析し、一部は両粒子の複合二次粒子を形成していると推察される。

ボールオンディスク摩擦摩耗試験機によりPTFE+シリコン複合めっき膜、BN+MoS₂めっき複合めっき膜の潤滑性と耐摩耗性の評価を行った。PTFE複合めっき膜、硬質クロムめっき膜についても評価を行い、開発しためっき膜との相違を比較した。

相手材としてPPS、SUJ-2を用い、回転速度10cm/s、荷重1N、2N、10N、回転数3000Lapで摩擦摩耗特性評価を行った(図1荷重2N)。

PTFE+シリコン複合めっき膜は、対PPS、対SUJ-2ともに摩擦係数が硬質クロムめっき膜の

1/4以下を達成することができた。また、図1(b)より、PTFE複合めっき膜が1500Lap付近で摩耗するのに対し、PTFE+シリコン複合めっき膜は3000Lapまで安定であることからPTFE複合めっき膜よりも耐久性を持つことが確かめられた。BN+MoS₂複合めっき膜は、対PPS、対SUJ-2ともに硬質クロムめっき膜よりも低摩擦性であることが示された。

3.金型への無電解複合めっき膜の形成と実機(射出成形機)を用いた離型性・耐久性評価

新興セルビック製の小型射出成形機(C,Mobile0813)(図2)の金型にPTFE+シリコン複合めっき膜、BN+MoS₂複合めっき膜をそれぞれ成膜し、PP、ガラス繊維強化PP(ガラス繊維20%含有)、POM、ナイロン、エラストマー樹脂を成形した際の離型抵抗からめっき膜と離型性の比較評価を行った。PTFE複合めっき膜、硬質クロムめっき膜についても同様の評価を行い、開発しためっき膜との相違を比較した。エジェクタピンとして取り付けたひずみゲージ式圧力センサにより測定した型内の圧力波形を示す。成形品突き出し時のピーク圧力を離型抵抗とした(図3)。

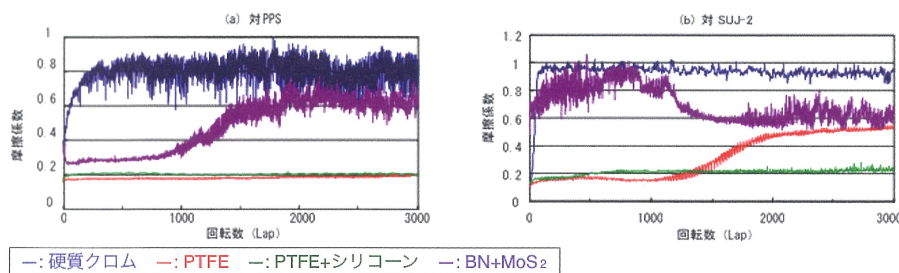


図1. 回転数に伴う摩擦係数の推移(2N)

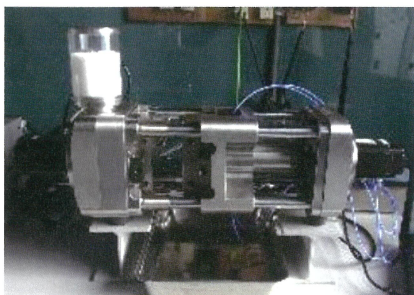


図2. 小型射出成形機全景

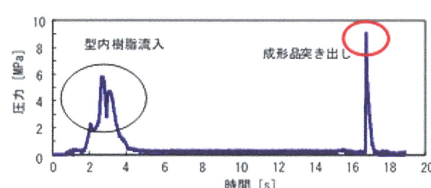


図3. ひずみゲージ式センサによる圧力波形

PTFE+シリコン複合めっき膜は、PP、ガラス繊維強化PP、POM成形時、硬質クロムめっき膜と比較して低い離型抵抗を示した。PTFEと比較するとは大きい値ではあるが、前述したように、PTFEめっき膜と比較し耐久性に優れためっき膜であること

から、長期間連続成形時の金型の長寿命化が期待できる。またBN+MoS₂複合めっき膜は、PP、PPガラス成形時、硬質クロムめっき膜と比較して低い離型抵抗を示した。

射出成形の離型抵抗は、成形樹脂と金型表面との成形樹

脂と金型表面との相性が重要な要素であり、今後、相性の良い樹脂の選定を行うことで、BN+MoS₂複合めっき膜の優位性を評価できるのではないかと考える。

	PTFE+シリコン	BN+MoS ₂	硬質クロム	PTFE
PP	22.01	28.65	31.63	19.51
PP(ガラス繊維含有)	32.01	30.19	44.80	26.34
POM	28.26	39.13	36.63	25.09
エラストマー	32.59	35.76	30.95	24.03

表2. 小型射出成型機 離型抵抗[kgf]

今後の展望

機械要素技術展などの大規模展示会への出展や射出成型機メーカー、プラスチック製品製造業者への提案を通してその優位性をPRし、開発めっき膜の普及を促進していく。

さらに、納入後も顧客からの使用中の状況等に関する情報提供を受けて、開発めっき膜の改良を

重ね、より信頼性の高いめっき膜の供給に努めるとともに、将来的には、プラスチック成形金型と同様に潤滑性や耐久性向上の強いニーズがある医療用カメラなどの精密機器や航空機の摺動部品等、幅広い分野への応用展開を図る。

事業化の見込みとして、本事業終了後2年目にプラスチック金型、

3年目に医療カメラ摺動部への展開を図り、売り上げはそれぞれ年間1,000万円、2,000万円を目標とする。さらに4年目以降には航空宇宙分野等他の分野への展開も進め、5年目には年間40社800件の処理を行い、4,000万円の売り上げを目標とする。

DATA

桑名商事株式会社

所在地 ■ 〒321-4345 栃木県真岡市寺内1493-1
TEL ■ 0285-82-4638
FAX ■ 0285-84-7118
URL ■ <http://www.kuwana907.com/>
E-mail ■ info@kuwana907.com
代表者名 ■ 代表取締役社長 桑名 朗
設立年 ■ 1956年
資本金額 ■ 5,000万円
従業員数 ■ 75名

事業内容

■ 無電解(化学)めっき・電気めっきによる耐摩耗性、磁気特性、電気特性、潤滑性、離型性、撥水性に優れる特殊精密機能性めっき及び精密部分厚付めっき、精密箔膜形成