

高分子材料をベースとした先進箔打シートの開発研究 ーカーボン系薄膜を成膜した高分子フィルムの開発と機能性評価ー

金沢工業大学 ものづくり研究所
池永訓昭 (博士 (工学))

1. まえがき

本研究は、伝統工芸としてあるいは箔産業としての断切金箔の国際的な競争力の強化（生産性の向上）を目的として、新しい箔打ち紙を開発することを目的としたものである。これによって伝統工芸である金沢箔の技術保存・継承にも寄与できるものと考えている。本研究では断切金箔の生産時に使用されているグラシン紙に代わる高分子フィルムの開発を目標として研究を行った。特にグラシン紙上に塗布されているカーボンの特性を把握し、同等の特性を再現することが重要となる。昨年度までの結果から以下のことが明らかとなった。

- ① 箔打ち時に打ち紙のカーボンが脱離することで打ち紙の寿命が決まる。
 - ② 箔打ち紙に塗布されているカーボンはグラファイト構造が支配的なカーボン膜である。
 - ③ 試作した DLC 膜での箔打ち結果から、適度な摩擦係数が必要である。
- これを踏まえて、本研究では従来の箔打ち紙の特性（摩擦係数）を数値化し、同等の摩擦係数を有するカーボン系（DLC）薄膜の開発を行った。

2. 実験方法

箔打ち紙代替高分子フィルムとして、耐熱性に優れたポリイミド（PI）フィルム（厚さ 7 μ m）を選定し、カーボンを塗布した従来の箔打ち紙（グラシン紙）と同等の摩擦係数となるような DLC 膜を創製する。本研究では摩擦係数を調整する方法として、DLC 膜に金属元素を添加した金属添加 DLC 膜を提案する。これに伴って、昨年度密着性が比較的良好であったスパッタ成膜法を用いて金属添加 DLC 膜を作製する。

- (ア) 従来の箔打ち紙の摩擦特性の把握
- (イ) その特性を有した金属添加 DLC 膜の創製
- (ウ) DLC 膜を成膜した PI フィルムの製作

3. 実験結果と考察

- (ア) 従来の箔打ち紙の摩擦特性の把握

従来の箔打ち紙の摩擦特性はボールオンディスク型の摩擦摩耗試験機（tribometer、CSEM 社製）を用いて回転半径（r）を 2mm、摺動速度 1.25cm/s、ボール材質をアルミニウム（A5052、 ϕ 6mm）として評価を行った。荷重に関しては昨年度の結果より槌打時に約 30MPa であったことから 1N とした。その結果、従来の箔打ち紙の摩擦係数は 0.320 であった。

(イ) その特性を有した金属添加 DLC 膜の創製

従来の箔打ち紙の摩擦係数 (0.320) を目標値として、DLC 膜に種々の金属元素を添加した時の摩擦係数を測定した結果を図 2 に示す。Si 添加した DLC 膜において目標値に近い摩擦係数を得たが、静電気によってフィルムを取扱が困難となる問題が生じたため 2 種の元素 (Si、Ti) を添加した摩擦係数 0.458 の SiTi 添加 DLC 膜の創製に成功した。

(ウ) DLC 膜を成膜した PI フィルムの製作
成膜条件を最適化することで、PI フィルム上に SiTi 添加 DLC 膜の成膜を可能にした。7 種類のカーボン系薄膜を成膜した PI フィルムを試作した。

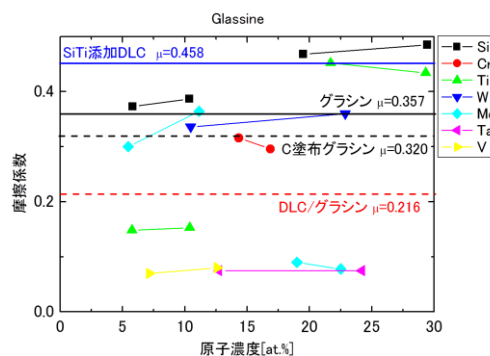


図 1. グラシ紙上に成膜した DLC 膜の摩擦係数と各種金属の添加量の関係
(参考：グラシ紙、カーボン塗布グラシ紙、DLC 成膜グラシ紙の摩擦係数)

4. 結言

従来の箔打ち紙の摩擦係数を明らかにし、それと同等の摩擦係数および低シート抵抗を有する SiTi 添加 DLC 膜を開発した。

- 1) 従来の箔打ち紙の摩擦係数は 0.320、シート抵抗は 2036[Ω/sq.]であることを明らかにし、同等の特性を持つ SiTi 含有 DLC 膜(摩擦係数 0.458、シート抵抗 1363[Ω/sq.])の開発に成功した。
- 2) PI フィルム上にも成膜できるように成膜条件の最適化を行い、厚さ 7μm の PI フィルム上に SiTi 添加 DLC 膜を成膜した箔打ち紙代替 PI フィルムを試作した。

本研究の一部は金沢工業大学ものづくり研究所『ハイテク夢考房プロジェクト』のテーマの一部として実施した。実験に協力していただいた金沢工業大学工学部電気工学科 4 年立花君に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 池永、東本、立花、作道、「PBII&D で作製した Si 含有 DLC 膜の熱処理による構造の変化」、第 72 回応用物理学会学術講演会、平成 23 年 9 月