

箔打ち紙代替材料としてのカーボン膜を成膜した PET フィルムの開発

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

金沢箔は製法の違いによって縁付金箔と断切金箔がある。縁付金箔は伝統的な製法、断切金箔は近代的な製法とされておりその用途はほぼ同じである。縁付金箔は金箔の持つ特性自体に金沢の独自性があるのに対して、断切金箔に関しては中国を中心とした外国製箔との差別化が図られていない¹⁾。したがって、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）が不可欠であり、延いては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。本研究では箔打ちに使用している箔打ち紙に着目し、競争力を持った金箔の実現を目的としてその可能性について検討を行った。具体的には現在使用されている箔打ち紙と同等あるいはそれ以上の特性（寿命など）を持った箔打ち紙を実現するため、カーボン薄膜を使った代替箔打ち紙の可能性を検証した。金沢箔の生産時に使用する箔打ち紙には製法の違いによって『手漉き和紙』（縁付金箔）と『グラシン紙』（断切金箔）があるが、本研究では『グラシン紙』の代替材料を目標として研究を行った。

2. 実験方法

本研究では従来の箔打ち紙（カーบอนを塗布した和紙、カーบอนを塗布したグラシン紙、カーボン蒸着した PET フィルム）と、PET フィルム上に成膜した 3 種類のカーボン薄膜の機械的・構造的な特性とを比較してその有用性を検討した。また、それらの材料を使ってインジウム箔を槌打したときのカーボンの剥離状況を確認した。3 種類のカーボン薄膜は真空蒸着法（カーボン薄膜）、スパッタリング成膜法（カーボン薄膜）、プラズマイオン注入成膜法（DLC: Diamond Like Carbon 薄膜）の 3 つの方法によって作製し以下の項目について評価を行った。

< 機械的・特性の評価 >

- カーボン薄膜の剥離特性（スクラッチ試験、巻付け試験、インジウム槌打試験）
- 箔打ち紙の平均表面粗さ(Ra)と金箔平均表面粗さ(Ra)の関係

< 構造的・特性の評価 >

- ラマン分光分析によるカーボン薄膜の結合状態の確認

3. 実験結果と考察

本研究で提案したカーボン薄膜は従来品と比較して有用な耐剥離特性を示し、特にプラズマイオン注入成膜法において顕著な結果が得られた。またこれらの薄膜を 100 μ m 厚の PET フィルム上に成膜し、金箔を模擬したインジウム箔を槌打した時

のカーボン薄膜の剥離状況を調べたところ、従来品ではインジウム箔へのカーボンの転写が確認されたが、提案した薄膜では 3 種類ともに転写は確認されなかった（図 1）。これらのことから、提案した 3 種類のカーボン薄膜は耐剥離性（高密着性）と高離型性を持ったカーボン薄膜であり、箔打ち紙代替材料としては有用であると考えられる。さらに PET フィルム上に成膜されたカーボン薄膜（平均表面粗さ 300~750nm）を箔打ち紙として使用した場合、金箔の平均表面粗さは 5~190nm となることが推察された。

ラマン分光分析の結果から、従来の箔打ち紙上に塗布されたカーボン材料は全てグラファイト系の炭素結合を主とした構造であることがわかった。一方、提案したカーボン薄膜は 3 種類ともグラファイト系とダイヤモンド系の炭素結合で混成された構造であり、従来品とは異なる炭素構造であった。この構造の違いが箔打ち紙としての特性に与える影響は今後の課題となるが、少なくとも剥離の点では箔打ち紙として有用な薄膜を提案できたと考えている。

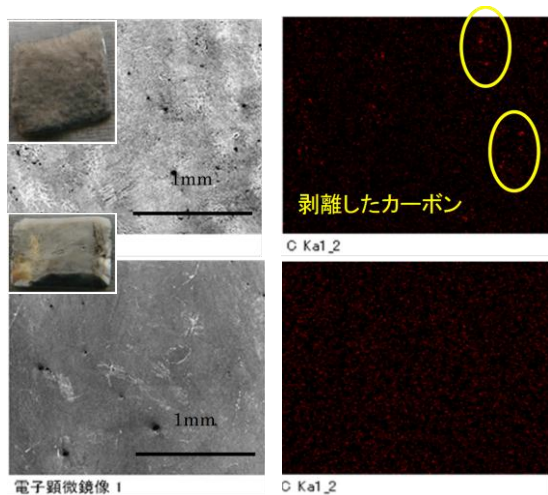


図 1. インジウム箔を槌打したときのインジウム表面 SEM 像(左)とカーボンマッピング(右) (上：カーボンを塗布したグラシン紙の場合、下：DLC 膜を成膜した PET フィルムの場合)

4. 結言

3 種類のカーボン薄膜について箔打ち紙代替材料としての有用性を検討した。

- 1) 提案したカーボン薄膜は剥離に強く、離形成にも優れていることから箔打ち紙代替材料として有用であると思われる。特にプラズマイオン注入成膜法で作製した DLC 薄膜において顕著な有用性を確認した。
- 2) 箔打ち紙表面に形成されるカーボン材料の構造は、従来材料と提案材料とは異なることを確認したが箔打ち紙としての特性に与える影響は未確認である。

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電気電子工学科 4 年湯尾信也君、機械工学科 4 年竹田義貴君に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 金沢金箔伝統技術保存会、「金沢金箔伝統技術調査報告—縁付金箔に関する報告—」、平成 22 年 3 月