

オレイン酸潤滑下における DLC 膜の超低摩擦現象の解析

○吉田 健太郎^{*1)}、加納 眞^{*1)}、川口 雅弘^{*2)}、益子 正文^{*3)}

1. はじめに

摩擦摩耗抑制のため工具や自動車部品に使用される DLC 膜は、膜種や潤滑剤によって摩擦低減特性が異なる。潤滑剤としてオレイン酸を用いた場合、水素含有 DLC (a-C:H) と水素フリーDLC (ta-C) の2種類の DLC 膜で摩擦低減特性が大きく異なることを見出している。本研究では、オレイン酸潤滑下のすべり摩擦において、しゅう動面の化学的な表面分析を行い、これらの DLC 膜とオレイン酸の間で生ずるトライボ化学反応の違いを解析した。

2. 実験方法

一定速度の回転式ピンオンディスク摩擦試験により、オレイン酸潤滑下での摩擦挙動を評価した。ピンとディスクは、a-C:H 同士及び ta-C 同士の組み合わせとした。摩擦後のディスク表面の潤滑剤の吸着状態を調べるために、X 線光電子分光分析法 (XPS) を用いて DLC 摩擦部表面における炭素の結合状態を評価した。

3. 結果及び考察

摩擦係数の経時変化を図 1 に示す。ta-C は、試験開始直後 5 秒程度で摩擦係数が 0.01 以下の超低摩擦となり、その後 30 分間その値をほぼ維持した。a-C:H は、すべり時間が 600 秒程度の段階で摩擦係数が 0.045 付近で安定した。XPS による炭素の結合状態分析から得られた a-C:H、ta-C 摩擦部の C1s スペクトルについて、炭化水素 (-C-C-または-C-H)、炭素-酸素単結合 {-C-O-(H)}、カルボニル基 (>C=O) 及びカルボキシル基 (O-C=O) のピーク分離を行い、それらの面積比を求めた。その結果を図 2 に示す。ta-C のカルボキシル基の比率は検出角度 30°で約 5%、80°で約 2%であることから、ta-C では、深さ方向に異なる構造のトライボ化学反応膜が形成されていることが分かった。一方、a-C:H では、両角度ともに約 3%と低く、深さ方向に均質な構造であった。このことから、ta-C では、最表面に多く存在するカルボキシル基がオレイン酸のぬれ性を向上させ、摩擦面にオレイン酸潤滑層が形成されやすくなったために、ta-C の摩擦係数が瞬時に低減したと考えられる。

4. 今後の展開

DLC 膜の種類は多種多様であり、対応する潤滑剤の開発にも多様性が求められる。潤滑下 DLC 膜の超低摩擦現象の解析は、DLC 膜に適した潤滑剤開発のための設計指針を得ることができる。今後は、本研究で得られる指針を用いて、自動車産業に代表されるしゅう動部品、金型・工具等の加工関連分野への技術支援に役立てていきたい。

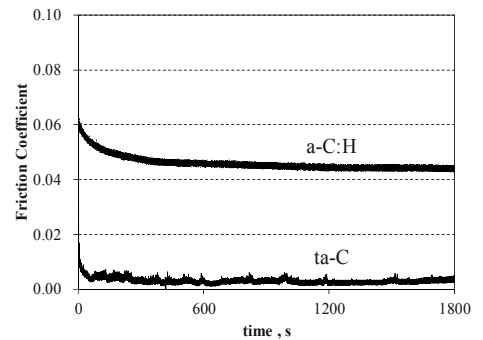


図 1. 摩擦係数の経時変化

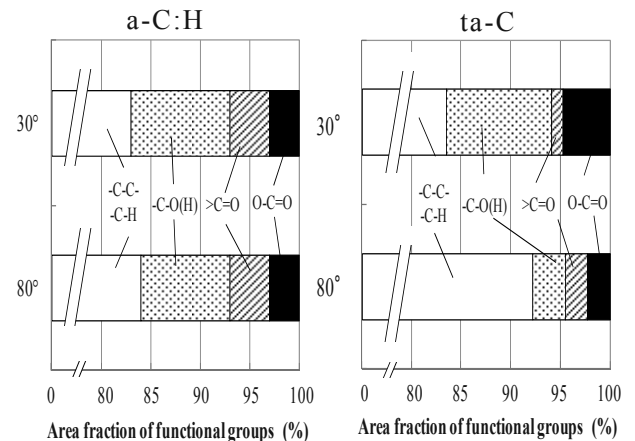


図 2. 摩擦部の C1s ピーク面積比

*1)神奈川県産業技術センター、*2)高度分析開発セクター、*3)東京工業大学