

超高分子量ポリエチレンへのイオン照射による摩擦摩耗特性改善

谷口昌平^{*)}、金城康人^{*)}、関口正之^{*)}、宮崎則幸^{*)}

1. はじめに

超高分子量ポリエチレン(以下, UHMWPE)は、他のプラスチック材料と比較して、摩擦摩耗特性が優れているということから、工業用摺動部品や人工関節などに使用されている。これらの部材の機能向上や寿命向上を目的に、高エネルギーイオン照射により低摩擦化および耐摩耗性の向上を図ることを検討した。

2. 実験方法

UHMWPE 基板(ハイモラーEX1300W, 分子量 350 万~450 万:SKS(株))を 30mm × 3mm^t に加工したものを使用し、イオン種: Si²⁺及び C²⁺、エネルギー: 1.5MeV 及び 3.0MeV、照射量: $5 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{15}$ ions/cm² の条件でイオン照射を行った。

摩擦摩耗試験は、ボール・オン・ディスクにより評価し、さらに超微小硬さ試験機により、塑性変形硬さを求めた。また、SIMS による Si、H の深さ方向分析、ラマン分光分析によるカーボンの構造解析を行った。

3. 結果と考察

図 1 に Si イオン照射した基板の摩擦係数測定結果を示す。照射量 5.0×10^{14} ions/cm² 以上で摩擦係数が低くなることが明らかになり、3.0MeV のエネルギーで照射する方が、低摩擦状態は持続する結果となった。摩擦距離 12560m 後の摩耗体積比率を求めた結果、3MeV の Si イオン照射により、未照射試料に比べ約 8 割に摩耗体積が減少した。

図 2 に硬さ試験の結果を示す。照射量が増加すると共に硬さが上昇することが明らかになったが、その上昇率はエネルギーが高いほうが顕著であった。

SIMS 分析の結果、Si イオンは 3MeV の場合、深さ約 4 μm に分布しており、その深さよりも浅い領域では、が減少していた。ラマン分光分析の結果、アモルファスカーボンが形成されていることが示唆された。

これらの結果から、Si イオン照射により、C-H 結合が分解し、H が試料外部に放出され、アモルファスカーボン層が形成されたと考えられる。この層の形成が、摩擦係数の低下、耐摩耗性の向上、硬さの上昇の原因となっていると考えられる。

4. まとめ

UHMWPE にイオンビームを照射することにより、表面がアモルファスカーボン化し、低摩擦化することが明らかとなった。

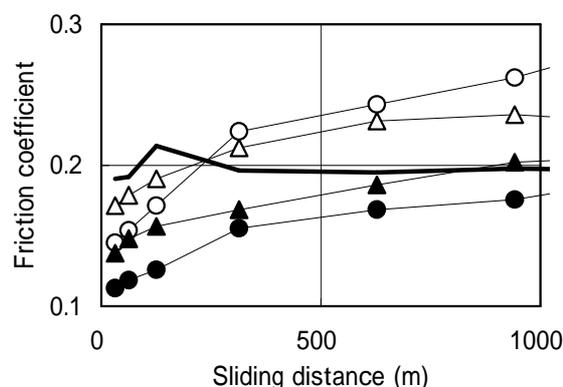


図 1 摩擦係数測定結果

:1.5MeV, 5×10^{14} ions/cm²,
:1.5MeV, 10×10^{14} ions/cm²
:3.0MeV, 5×10^{14} ions/cm²
:3.0MeV, 10×10^{14} ions/cm²
:Un-irradiation

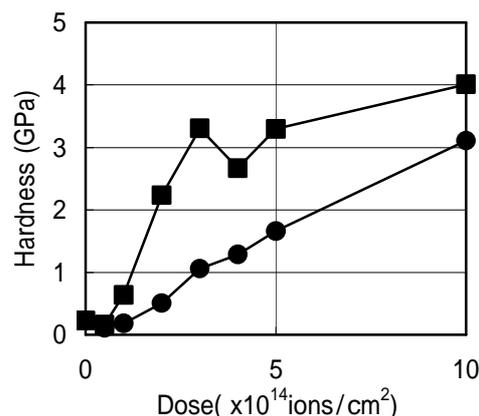


図 2 硬さ試験結果

:1.5MeV, :3.0MeV

^{*)}ライフサイエンスグループ