

## Hip Simulator による人工関節用 UHMWPE の耐摩耗性の評価

工学部機械システム工学科 金枝敏明  
 工学部知能機械工学科 松浦洋司  
 工学研究科 宮田佳明 (金枝研究室)  
 工学部機械システム工学科 加藤和也 多宮理人 (金枝研究室)  
 工学部知能機械工学科 本嶋芳学 (松浦研究室)  
 ナカシマプロペラ株式会社

Keywords : 人工関節、Hip Simulator、UHMWPE、摩耗、クロスリンク処理、水分

### 1. 研究目的

リウマチや変形性関節症といった疾病による股関節の機能低下は、近年増加傾向にある。これら失われた股関節の機能回復の方法の一つとして挙げられるのが、人工股関節置換手術である。この人工股関節用材料として用いられる超高分子量ポリエチレン (UHMWPE 以下 PE) は、耐摩耗性と生体安全性に優れており、人工股関節用材料として広く一般に使われている。しかし、この PE も長期間にわたって使用することにより、疲労摩耗し劣化が進むため、半永久的に使用することは困難である。よって、人工股関節用 PE には高い耐摩耗性が要求されている。本研究においては、生体内での摩擦条件がほぼ再現できる Hip Simulator を使用し PE の耐摩耗性を評価し、さらに、より高い耐摩耗性を PE に与えるとされているクロスリンク処理 (以下 XL 処理) を PE に施し、その耐摩耗性も評価した。

### 2. 本研究における特徴的な項目

#### 1) Hip Simulator の概要

従来 PE の評価方法として、ピンオンディスク型試験機を使用した評価を行ってきた。これは、一方向の荷重及び回転が与えられる摩擦摩耗型試験機である。これに対し、Hip Simulator は、300~3000N の垂直荷重及び $-12\sim 12^\circ$  の屈曲、 $-2\sim 5^\circ$  の外転と内転、 $-10\sim 2^\circ$  の回旋の3軸方向の回転が制御されている。これによって、より忠実な人の股関節の動きを再現している。これらの動きは、ISO によって規定されたものに準拠してプログラムされており、歩行における一步を1サイクルとしている。また、試料は関節液を模擬した潤滑液にて浸潤されており、より高い生体再現性を発揮している。



図 1 Hip Simulator

#### 2) PE への処理及びその試験結果

XL 処理を行った PE (以下 XLPE) は、普通の PE に対して耐摩耗性が高く、摩耗量が少なくなると考えられている。本試験においては図 2 に示す様な結果になっている。ここで、XLPE の摩耗量は負の値を示してしまっている。\*

また、本実験においては PE に対して  $\gamma$  線滅菌及び EOG 滅菌を行ったものも試料とし、それぞれ比較しているが、これによる大きな違いは見られなかった。

\* PE が水分を含有することが考えられるため、PE の摩耗量測定の方法として、水分含有量測定用の PE を用意し、それと実際の試料との重量を比較して水分含有量を測定している。しかし、ここでは水分含有量測定用の PE の内部に含まれる水分が実際の試料の水分含有量に対して過小であると考えられるために、XLPE の摩耗量が負の値を示していると思われる。

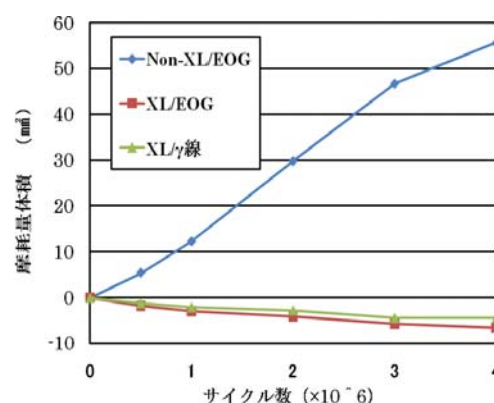


図 2 PE の摩耗量の比較

### 3. 応用の可能性

人工股関節用材料の XLPE の評価方法にはさらに検討の必要があるが、正確な評価を行うことが可能になれば、XLPE の優位性がさらに明らかになると言える。