

Metal-on-Metal 型人工関節の耐摩耗性の評価

工学部機械システム工学科 金枝敏明
 工学研究科 多宮理人 (金枝研究室)
 工学部機械システム工学科 黒瀬博之 (金枝研究室)
 ナカシマメディカル株式会社

Keywords : 人工関節、Hip Simulator、Metal-on-Metal、摩耗

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。人工股関節用材料には、主に高分子化合物である UHMWPE と生体適合性の高い金属である Co-Cr-Mo 合金を組み合わせ用いるのが一般的である。しかし、UHMWPE においては生体内での長期使用に伴い、酸化、摩耗し、その摩耗粉の発生により、骨溶解、ルーズニングを引き起こすという問題がある。これに対し、摩耗量の低減が望めるのが、金属同士の組み合わせ材料からなる Metal-on-Metal 型人工股関節である。

Metal-on-Metal 型人工股関節では、Co-Cr-Mo 合金を大腿骨頭(Head)側のみならず、通常は UHMWPE を使用する寛骨臼(Cup)側にも採用する。この Metal-on-Metal 型人工股関節では、より幅のある人工股関節のサイズの選択やより高い可動安定性を有するようになる。しかし、このような Metal-on-Metal 型人工股関節では発生した摩耗粉から金属イオンが流出することが問題となっている。これらの金属イオンは長期的に体内に残留する可能性があり、悪影響を及ぼす恐れがある。そのため、Metal-on-Metal 型人工股関節においてもより高い耐摩耗性が要求されている。本研究においては、生体内での応力負荷や摩擦条件がほぼ再現できる Hip Simulator を使用し、Metal-on-Metal 型人工股関節の耐摩耗性を評価した。

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、ピンオンディスク方式で評価を行ってきた。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(AMTI 社製股関節検査システム)は、300~3000N の垂直荷重下で-12~12°の屈曲、-2~5°の外転と内転、-10~2°の回旋の 3 軸方向の回転が制御されている。これでは、人の股関節の動きをより忠実に再現している。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牛血清溶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) Metal-on-Metal 型人工関節試料および摩耗試験結果

Metal-on-Metal 型人工股関節に使用した Co-Cr-Mo 合金には、それぞれ Cup 側に低炭素含有量の鍛造のもの、Head 側に高炭素含有量の鍛造のもの、Head 側に高炭素含有量の鍛造のものと低炭素含有量の鍛造のものを組み合わせて用意した(表 1)。Cup 側の摩耗量体積を図 2 に示す。結果より、高炭素含有量の鍛造のものの摩耗量体積が大きいことが分かる。しかし、現段階では 50 万サイクルまでのデータで、加えてそれぞれの摩耗量体積は非常に低い値を示しているため、優位性を断定することは早計であると思われる。

表 1 試料の組み合わせ

	Cup	Head
試料	鍛造 低炭素	鍛造 低炭素
		鍛造 高炭素

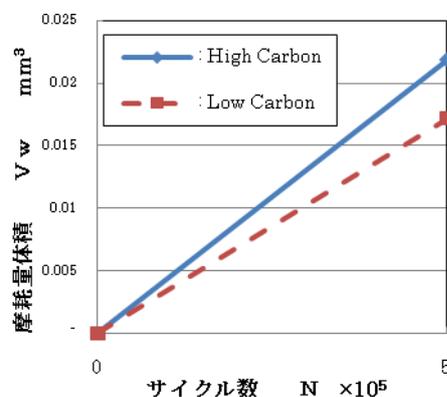


図 2 Cup の摩耗量体積

3. 応用の可能性

Metal-on-Metal 型人工股関節の評価方法にはさらに検討の必要があるが、新たな人工関節のひとつとして、十分に期待できるものと思われる。