

## 審査の結果の要旨

氏名 澤野 宏

本論文では、人工関節の長寿命化、具体的には人工関節の耐用年数を現状の15年程度から30年程度へ向上させることを目的として、人工関節の摺動面における摩耗のメカニズムに検討を加え、耐摩耗性の向上に適した多孔構造のサイズ、形状、および機械的特性について検討を加えている。さらに、摺動面に多孔構造を付加するための実用的な加工法を提案し、実際に摺動実験をおこなってその有効性を検証している。

人工関節の長寿命化を図るために、人工関節におけるポリエチレンの摩耗のメカニズムを検討し、人工関節の摺動面内に存在する異物や摩耗粉等の粒子が金属側摺動面にスクラッチ痕を発生させ、そのスクラッチ痕によってポリエチレンの摩耗が進行する機構の仮説を立てている。これに対して、金属側表面に創成した多孔構造によって異物や摩耗粉等の粒子をトラップすることにより、スクラッチ痕の抑制およびポリエチレンの摩耗の低減が可能であることを提案している。耐摩耗性の向上に適した多孔構造のサイズを決定するために、摺動実験を元にスクラッチ痕の原因となる粒子について検討を加え、金属側表面に存在する平均径 $4\mu\text{m}$ 程度の析出物が摺動によって脱落し、スクラッチ痕を発生させる主要な原因となることを示している。この結果を元に、摺動面内に存在する平均径 $4\mu\text{m}$ 程度の粒子によるスクラッチ痕の発生を抑制でき、その結果として摩耗量を最も少なくできる多孔構造として、平均深さ $1\mu\text{m}$ 程度の微小ディンプル構造が良いことを明らかにしている。この金属側表面の多孔構造を効率よく創成でき、かつ、要求される人工関節の形状精度を損ねない方法として、アブレイブウォータージェット加工技術を採用し、所望の製品形状精度を維持するための加工の物理モデルの構築、および新たな加工方法を提案し、加工実験により、効率よく上記多孔構造の創成が可能であることを示している。さらに、摺動実験におけるポリエチレンの摩耗量の比較により、金属側表面を平均深さ $1\mu\text{m}$ 程度の微小ディンプル構造とすることにより、ポリエチレンの摩耗量を従来の場合の1/2以下に低減でき、35年程度の耐用年数の実現が見込めるこ

とを示している。

一方、ポリエチレン側に関しては、既報研究で良好な耐摩耗性が示されている MPC 膜を取り上げ、その耐摩耗性のメカニズムについて検討を加えている。その結果、MPC 膜の有する多孔構造による含水性が、耐摩耗性向上において重要な役割を果たしていることを、MPC 膜の構造分析および摺動実験における含水性有無による摩耗量の相違から実証している。

さらに、金属側表面の多孔構造とポリエチレン側 MPC 膜の多孔構造との相互作用についても検討を加え、金属側あるいはポリエチレン側のどちらか一方に適切な多孔構造を創成することが耐摩耗性向上の観点から重要であることを実験的に示すとともに、そのメカニズムの解釈をおこなっている。

以上を要するに、本論文は、人工関節の摺動面摩耗問題に対して、摺動面に存在する異物に着目しその発生抑制と発生後のスクラッチ抑制の両方の観点から摩耗メカニズムを検討し、これに基づいた摺動面が有すべき機能と構造およびその創成方法を示した論文である。得られた結果は、人工関節の耐用年数を 30 年以上にできる可能性を示しており、社会的観点から大変意義深い。また、提案している摺動面創成方法は従来に比べて加工時間や加工コストを低減できることも併せて示しており、工業的観点から意義がある。したがって、本論文は学術的にも技術的にも有用な指針を与えている。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。