

2017 年度 永守財団 研究助成 研究報告書

所属機関名 (大学、大学院、研究所名)	名古屋大学大学院
職位または役職	助教
氏名	村島 基之

1. 研究題目

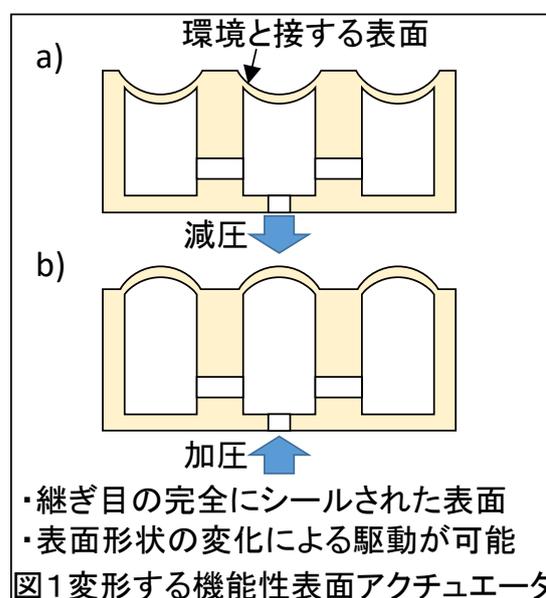
表面の変形性を有する機能性表面アクチュエータシステムの開発

2. 研究目的

本研究は申請者が新しく開発した表面が変形する機能性表面を応用した新しいアクチュエータを開発することが目的である。本研究の特徴は、継ぎ目のない完全にシールされた変形する表面を利用する点にあり、例えば流体中や腐食環境中においても使用可能である。また、表面自身の変形する機構であるため、省スペース性に優れたアクチュエータの開発が可能となる。

これまで申請者は、能動的摩擦・付着制御手法開発のために表面自身の変形する材料を開発し摩擦力の制御に成功した。この材料は固体樹脂材料でありながら初期構造に曲率を持たせる工夫により 100 μm を超える大変形が可能である。申請者は、この表面がそのままアクチュエータとして機能する新しい機能性表面としての可能性を有していると着想した。この材料表面は継ぎ目のない構造をしており流体、腐食環境での使用が可能となる優れたアクチュエータとなる(図1)。

本申請研究では、駆動力・接触状態その場観察装置を製作し、構造の違いによる駆動力の違いや物体との接触状態観察を行う。そこから得られた知見よりアクチュエータとして最適な構造の設計開発を実施する。



3. 研究内容及び成果

助成後の研究によりスマートサーフェス内に加える圧力と変形量の関係が図2のようになることが明らかとなった。これにより、本設計によるスマートサーフェスは内部圧力が0.3 MPa までの耐圧力があることが明らかとなり、その場合の変形量は 700 μm に達することが明らかとなった。これにより、一つの変形部当たり概算で 34 J の仕事を行えることが示唆された。

助成により購入した光学顕微鏡装置を用いることで、摩擦試験時におけるスマートサーフェスの表面変形と接触領域の状態をその場観察することに成功した(図3)。結果として、圧力を上昇させるに従い、つまり、変形量が大きくなるに従い、接触面積が小さくなる様

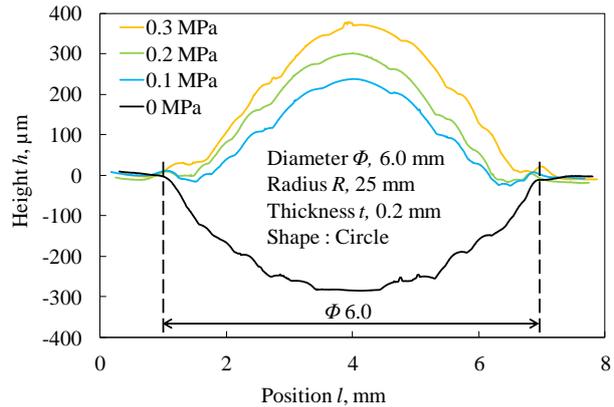


図2 スマートサーフェス変形量と圧力の関係

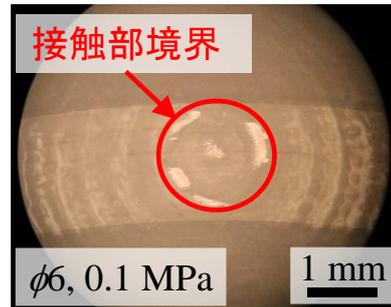


図3 ガラスに押し付けられた変形部観察

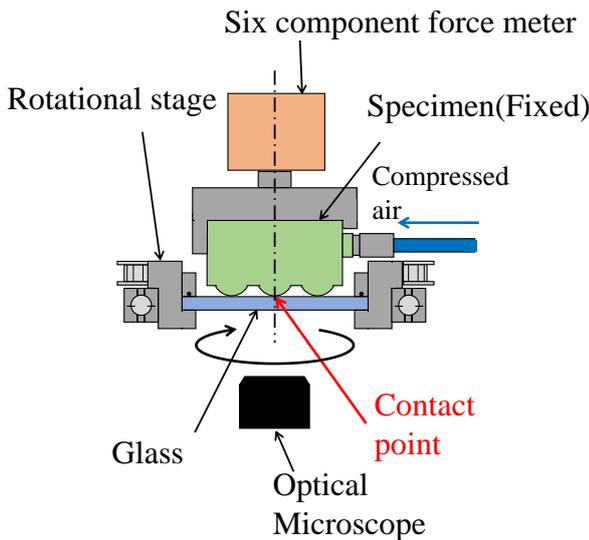


図4 スマートサーフェス用摩擦面その場観察装置

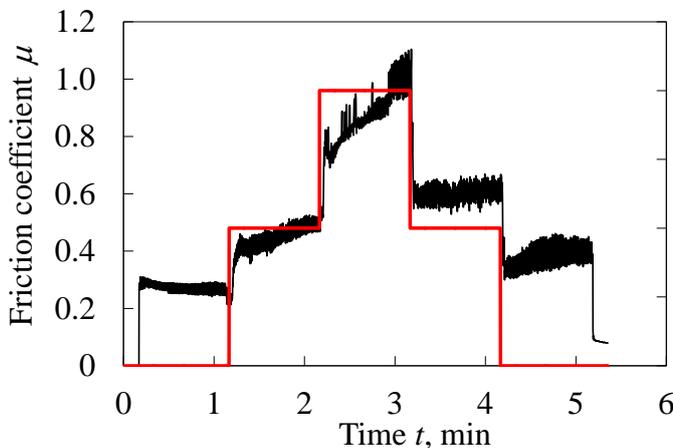


図5 スマートサーフェスによる摩擦の能動的制御

子が観察された。

また、助成により購入した 6 分力計を用いることで摩擦試験中の変形量と摩擦係数の関係を明らかにした(図4)。摩擦係数は、凹形状の時には 0.3 程度の値を示していたが、スマートサーフェス内部構造に 0.2 MPa の圧縮空気を入れて凸形状にした場合は 1.0 と大きな値を示した。また、圧縮空気の圧力が 0.1 MPa と 0.2 MPa よりも凸の曲率が大きい場合には中間の 0.4-0.6 程度の摩擦係数を示した。従って、スマートサーフェスによる摩擦係数の制御は、凹凸による 2 段階制御ではなく、凸形状の制御により多段的に可能であることが明らかとなった。

上記の結果により、本研究で製作している表面形状スマートサーフェスは 34 J の仕事を発生させることが出来るとともに、摩擦の能動的制御が可能な表面であることが明らかとなった。

上記の結果により、本研究で製作している表面形状スマートサーフェスは 34 J の仕事を発生させることが出来るとともに、摩擦の能動的制御が可能な表面であることが明らかとなった。

4. 今後の研究の見通し

本研究は表面自身が変形するという申請者が独自開発に成功した機能性表面を用いて、流体・腐食環境中でも使用可能な新しいアクチュエータを開発することを目的として実施された。これまでに得られた変形部変形量と内部圧力の関係より、変形に成功している現状の樹脂変形表面は変形部一つの当たり 34 J 程度の仕事を与えることが可能である明らかにされた。

一方で歩行を補助するような変形表面アクチュエータ開発のためには、現状材料である樹脂から金属などのより強度の高い材料を使用する必要がある。これは、出力する仕事は内部圧力により上限を規定されるが、樹脂材料などのような強度の小さい材料を使用する場合には、最大圧力を 0.3 MPa 程度までしか上昇させることができない為である。

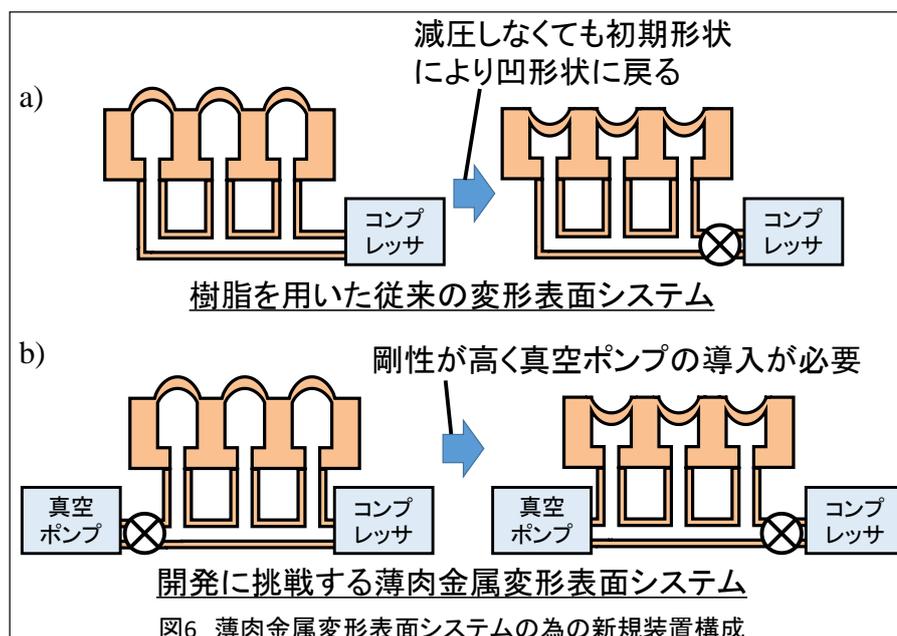
従って、従来の樹脂材料と比較してより高強度である薄肉金属を用いた高出力変形表面アクチュエータシステムの開発が今後重要課題であると考えられる。

【薄肉金属の変形達成による出力向上】

従来の樹脂材料と比較してより強度の大きな薄肉金属を用いた変形表面の開発が重要であると考えられる。基本構造には固体樹脂材料で変形に成功している独自開発した初期曲率を有する構造を用いることが考えられる。薄肉金属の変形には大きな圧力が必要とされるため、従来のシステムに加えより強力なコンプレッサーや真空ポンプの増設により高強度スマートサーフェスの表面形状制御を達成できると考えられる(図 6)。表面変形する薄肉金属スマートサーフェスの開発の後には、新しく構築した変形表面用接触部その場観察装置と新しい空圧システム(図 6)を同期させ変形性薄肉金属アクチュエータが出力する仕事やその時の接触状態を観察し、最終的な最適構造の検討に役立てる必要があると考えられる。

【独自開発の表面が変形する機能性表面】

今後の研究で開発が期待される変形性薄肉金属表面は表面でありながら大きな出力を可能とするアクチュエータへの発展が期待される。変形機構は、申請者が独自開発した内部構造を用いて固体材料でも変形を達成する構造が用いられる。



5. 助成研究による主な発表論文、著書名

1. ○村島基之, 川口真人, 梅原徳次, 野老山貴行, ”形状変形表面(スマートサーフェス)を用いた摩擦の多段階能動的制御”, 日本機械学会第 18 回機素潤滑設計部門講演会, 2C1-4, April, 2018.
2. ○村島基之, 川口真人, 梅原徳次, 野老山貴行, ”3D プリンタにより造形された変形表面による流体潤滑状態の能動的制御”, トライボロジー会議春 東京, D8, May, 2018.