

微細金属部材の高強度化が可能な「軟質粒子ピーニング処理」 の表面改質メカニズム解明

Elucidation of Surface Modification Mechanism of "Soft Particle Peening Treatment"
Capable of Increasing Strength of Fine Metallic Components

南部 紘一郎 (Nambu Koichiro)

現在、Micro Electro Mechanical Systems（以下、MEMS とする）を構築する微細金属部材において用途範囲の増加に伴って、高強度化が必要となる。このような微細金属の高強度化には従来のショットピーニング処理や熱処理などの塑性変形を伴う表面改質処理では公差内に収めることができない。そこで、本研究では「塑性変形を伴わない表面改質手法」として軟質粒子ピーニング処理に着目した。この軟質粒子ピーニング処理はアルミニウム合金や鉄鋼材料などの一般構造用部材に対して有効であることが明らかにされているものの、その表面改質メカニズムや MEMS 用構造および駆動部材として使用される Ti-Ni 形状記憶合金に対する効果は確認されていない。

そこで本研究の最終目的を表面改質メカニズムの解明とし、本研究では Ti-Ni 形状記憶合金に対する表面改質効果について評価することとした。

φ0.5mm の Ti-Ni50%材（新モース硬さ 4 程度）を供試材として用意し、試験片長さが 100mm になるように切断した。その後、軟質粒子ピーニング処理にはクルミ（新モース硬さ 3 程度）を投射材として利用し、投射圧力 0.4MPa、処理時間 20sec で処理を行った。また比較材として、ショットピーニング処理に使用されるアルミナ粒子（新モース硬さ 12 程度）を使用し同条件で処理を実施した。

硬さ測定を行った結果、柔らかいクルミ粒子を用いた場合でもアルミナ粒子を用いて処理を行った場合と同様に表面近傍の硬さが向上した。また、その影響深さはアルミナ粒子を用いた場合よりも深く、30μm 程度まで硬化層深さがあることを明らかにした。次に、表面粗さ測定を行った結果、軟質粒子ピーニング処理材の表面粗さは未処理材から変化がなく、塑性変形を伴わずに硬さが向上していることを明らかにした。一方で、アルミナ粒子を用いた場合には大幅に表面粗さが増加したことから、硬化層深さが浅い要因として塑性変形にともなうエロージョンが生じていると考えられる。

一方で、疲労強度試験を実施した結果、軟質粒子ピーニング処理材、比較材のいずれも疲労強度はほとんど変化しないとの結果が得られた。この要因として、試験片の線径が小さく疲労試験時の振れによる影響や、固定部との摩擦による影響が疲労強度に影響を与えたと考えられる。

この結果から、軟質粒子ピーニング処理はアルミニウム合金などの一般構造用部材と同様に Ti-Ni 形状記憶合金においても「表面粗さを増加させずに硬さが向上する」ことを明らかにした。今後、疲労試験機の調整等を行い、疲労強度特性の評価を行う。