

学内研究組織（2024 年度）

研究課題：「微小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」

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は確認されていない。

本年度では表面改質メカニズムを明らかにするために、純鉄に対して SCM420 材（硬質粒子ピーニングを模擬したもの）と純鉄（軟質粒子ピーニング処理を模擬したもの）について落下衝突実験後のひずみ解析を行うとともに、静的押し込み試験後の硬さ測定を実施した。ひずみ解析には、EBSD 測定を行い結晶粒径およびひずみ解析を実施した。

EBSD によるひずみ解析では、純鉄に対して純鉄を衝突させた場合にも結晶粒内のすべり線だけでなく、結晶粒内の KAM 値が上昇した。KAM 値の上昇はひずみ量が増加していることを示すことから、軟質粒子ピーニング処理においても表面近傍のひずみが増加したことにより硬さが増加したと考えられる。この要因として、純鉄を衝突させた場合においても表面近傍において微小な塑性変形が見られたことから、軟質粒子ピーニング処理において表面近傍の微細な塑性変形により、硬さの向上や圧縮残留応力の効果が得られていると考えられる。

また、静的な押し込み試験において、純鉄に対して純鉄を押し込んだ場合にも押し込み回数の増加に伴って硬さが増加していることが明らかになった。これは、前述のように硬さが同等の試験片を用いた場合、表面近傍の微細な塑性変形が繰り返されることにより、転位密度が増加し硬さが向上したと考えられる。

これらの結果より、軟質粒子ピーニング処理による表面改質メカニズムとして、表面近傍における微細な塑性変形が要因の一つであることを明らかにした。