

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

Elucidation of Surface Modification Mechanism of Soft Particle Peening Treatment
Capable of Increasing Strength of Micrometallic Components

南部紘一郎（Koichiro NAMBU）

ショットピーニング処理に代表されるピーニング処理は金属材料の高強度化手法として幅広く利用されている。一方で、従来の硬い粒子を利用したピーニング処理では表面粗さの増大や表面のエロージョンにより、加工寸法が変化する可能性があるため、微小金属部材への適用が難しい。そこで、本研究では従来の硬い粒子と異なり、柔らかい粒子を使用した軟質粒子ピーニング処理を提唱し、それによる表面改質効果および表面改質メカニズムの解明を目的としている。

本年度ではその表面改質効果を検証するために、無酸素銅の回転曲げ疲労強度特性におよぼす影響について評価を行った。無酸素銅に対して、樹脂粒子であるポリエステル、クルミ、アプリコットおよび比較材として硬質粒子であるガラスビーズを投射材としてピーニング処理を行った。ピーニング処理後の表面近傍硬さを測定した結果、樹脂粒子を用いた場合においても、表面近傍硬さが向上した。この結果は従来のアルミニウム合金に軟質粒子ピーニング処理を行った場合と同様である。また、硬質粒子と比較すると、ポリエステルではほぼ同程度まで硬さが向上した。クルミ、アプリコットによる表面硬さはそれらと比較して若干低い。一方、表面改質層深さに着目すると樹脂粒子の表面改質深さは硬質粒子よりも浅い結果を示した。

次に、表面粗さ測定を実施した結果、表面粗さはポリエステルでは未処理材よりも小さい結果を示したが、クルミ、アプリコットはいずれも粗さが増加した。しかしながら、SEM による表面観察ではディンプルは観察されなかったことから、ピーニングによる影響ではなく機械加工による表面粗さの影響が大きいと考えられる。

残留応力測定を行った結果、樹脂粒子を用いた場合でも圧縮残留応力が生じた。また、その値は硬質粒子よりも高い値を示した。この理由として、硬質粒子ではスプリングバックによる圧縮残留応力の開放が起こるため、内部に最大値が生じる。

疲労試験の結果、樹脂粒子の疲労限度は硬質粒子よりも高い傾向を示した。また、破壊起点がピーニング処理によるディンプルではなく機械加工による切削加工痕であった。

これらの結果からも軟質粒子ピーニング処理は、塑性変形を伴う加工硬化と異なる表面改質メカニズムであることを示唆している。そのメカニズムとして粒子が衝突した際に生じる弾性変形に伴う応力波と、それによる転位密度の増加が考えられる。次年度には SEM・EBSD によるひずみ量および転位密度評価を実施する。