

# 急速加熱下微粒子ピーニングによるマグネシウム合金の 表面ナノ結晶化

九州大学 大学院工学研究院 機械工学部門  
准教授 中谷 正憲  
(平成 26 年度一般研究開発助成 AF-2014003)

キーワード：微粒子ピーニング，マグネシウム合金，結晶

## 1. 研究の背景と目的

マグネシウム合金は実用金属で最も軽量であることから、次世代の構造材料として期待されているが、アルミニウム合金に比べて疲労強度比（引張強度に対する疲労限の比，Mg：0.3，Al：0.5）が低いことが課題である。すでに高強度マグネシウムも開発されているが、レアースを使用するなどコスト面で問題となる。したがって、汎用のマグネシウム合金を構造材料として利用する技術の開発が重要である。

ショットピーニングを利用した表面改質は表面の加工硬化や残留応力付与により疲労強度の改善に有効であるが、マグネシウムはすべり系の少ないがために加工硬化率が高く、結晶微細化効果も極表面に留まる。したがって、表面のナノ結晶化を促進することによってさらなる疲労強度の向上が見込まれる。

ショットピーニングにおける加工対象の表面温度を高めることによって、活動可能なすべり系が増加し、Mg 合金の加工硬化や結晶の微細化を深部まで及ぼすことが可能と考えられる。本研究では、表面加熱と微粒子ピーニングを複合した新規表面改質法を提案し、マグネシウム合金において表面ナノ結晶化を実現するための処理条件を見出すことを目的とする。また、疲労試験を行い、疲労強度改善に対する効果を検証することを目的とする。

## 2. 助成研究経過

### 2.1 実験装置の製作

被加工物全体を加熱しながらショットピーニングを施すと、母材全体が軟化するとともに、加熱コストが大きくなってしまふ。したがって、ショットピーニングによる加工を受ける表面近傍のみを加熱することにより、表面近傍の組織を制御することが望ましい。本研究の発案当初は瞬間的熱量の大きさからフラッシュランプによる加熱を予定していたが、研究予算の都合により、安価なハロゲンランプヒーターを用いた方法について検討した。ハロゲンランプヒーターは小型、クリーン加熱で、起動時間がきわめて短いことも本研究に適している。

本研究では、ハロゲンランプヒーター（ヒートテック社、最大出力 500W）を空気式ショットピーニング装置内に組み込んだ。模式図を図 1 に示す。ヒーターとサンプルの距

離をできる限り近づけ、同時にショットピーニング加工を施すために、サンプル表面に対して光を 45° から照射し、

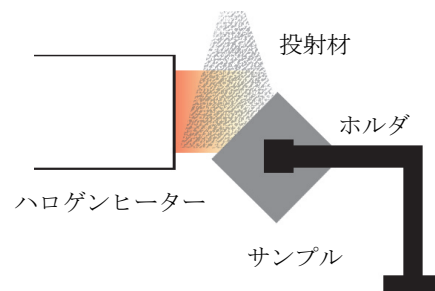


図 1 表面加熱微粒子ピーニングの模式図

投射材は 45° から投射するようにした。

ハロゲンヒーターにより加熱した時の表面直下（50μm）の温度変化を図 2 に示す。加熱開始直後から急速に温度を

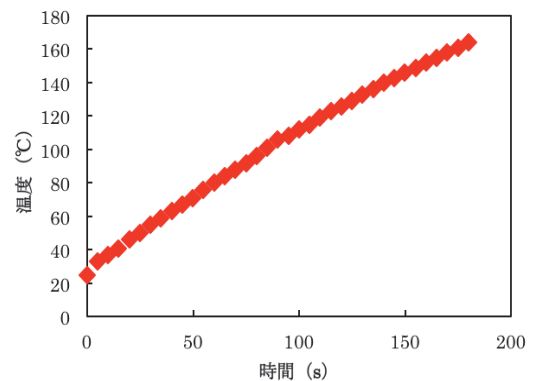


図 2 加熱時の表面直下の温度変化

上昇させることが可能となった。

### 2.2 実験結果

微粒子ピーニングには空気圧式ピーニング装置を用いた。本実験では、空気圧 0.2MPa、投射距離 100mm、投射時間 60s とした。また、投射材には平均直径 100μm の鋼球を用いた。表面加熱の場合には、表面直下の温度が 60、70、80、90°C となった時点から微粒子ピーニングを開始した。微粒子ピーニングを施した後の表面近傍の硬さを微小ビッカース試験機により測定した。試験荷重は 498mN とした。

各条件で微粒子ピーニングを施した時の硬さの変化を図 3 に示す。加熱なしの場合（SP）に比べて、表面加熱

を施した場合のほうが表面の硬さが上昇している。また、より深い領域においても硬さの上昇が見られた。これは、温度の上昇により、非底面すべりの活動が増加したためであると考えられる。しかしながら、80℃と90℃ではほとんど差が見られなかった。微粒子ピーニング後から転位の再配列などによって軟化が起こったものと考えられるが、さらなる検討が必要である。

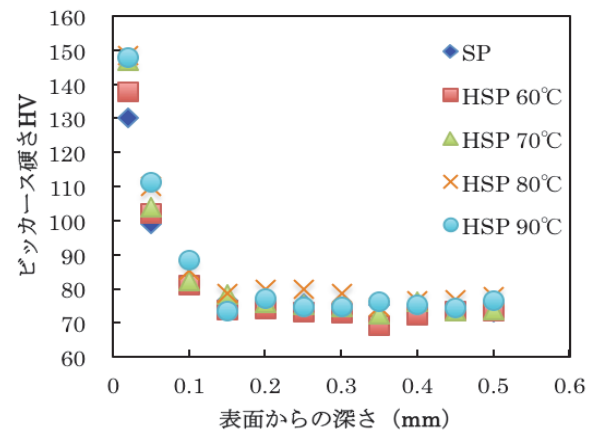


図3 微粒子ピーニングによる硬さの変化