

# レーザーパルス照射痕近傍のひずみマッピング

## Strain Mapping on Laser Pulse Irradiated Spot

秋田貢一<sup>1)</sup>, 佐野雄二<sup>2)</sup>, 堺 崇弘<sup>1)</sup>, 末吉一行<sup>1)</sup>, 菖蒲敬久<sup>3)</sup>

Koichi AKITA, Yuji SANO, Takahiro SAKAI, Kazuyuki SUEYOSHI, Takahisa SHOBU

<sup>1)</sup> 武蔵工大, <sup>2)</sup> (株)東芝, <sup>3)</sup> 原子力機構

機械・構造物の表面強化処理技術のひとつであるレーザーピーニングにおける残留応力発生メカニズム解明のため、SPring8 BL22XU の高エネルギー放射光を用いて、レーザーパルス照射痕近傍の残留ひずみマッピングを行った。

キーワード: レーザーピーニング、残留応力、高エネルギー放射光、ひずみスキヤニング

### 1. 目的

レーザーピーニングは、部材表面にレーザーパルスを照射して1mm以上の深さまで圧縮残留応力を導入し、疲労強度や耐応力腐食割れ性を向上させる最新の表面処理技術であり、現在、ジェットエンジンファンブレードおよび原子炉溶接部に適用されている。今後のレーザーピーニングの適用範囲拡大のためには、残留応力発生メカニズムを明らかにし、施工条件の最適化や施工スピードの向上を図る必要がある。

ここでは残留応力発生基礎プロセスを明らかにするために、レーザーパルスを材料に一発だけ照射したときの照射痕下に発生する残留応力分布を明らかにする。

### 2. 方法

レーザーパルスの直径は約1mmであり、その照射痕下の残留応力分布を明らかにするためには非破壊的手法を用いる必要がある。そこで、高エネルギー放射光によるひずみスキヤニング法を用いて、結晶格子面ひずみの三次元分布を測定した。試験片は、1辺10mmの立方体形状のチタン合金(Ti-6Al-4V)の表面にレーザーパルスを一発照射したものを用いた。SPring8のBL22XUで60keVのビームを用いてひずみスキヤニング法により $\alpha$ -Ti 201および112回折線を測定した。スリット寸法は70 $\mu$ m $\times$ 70 $\mu$ mとし、レーザー照射痕下の96箇所におけるひずみを測定した。

### 3. 研究成果

まず、微小部ひずみ測定に適する実験条件を検討した。高感度ひずみ測定のため高角度で、かつ、回折強度が高い回折線を探索した結果、201あるいは112回折線が適当であることを確認した。試料内には若干の配向が見られたため、これらの回折線を測定するひずみの方向によって使い分けた。

残留応力算出に必要な3方向のひずみのうち、今回のマシンタイム内で2方向(照射痕のRadialおよびAxial方向)の0.3mm $\times$ 1.4mm(=深さ $\times$ 照射痕中心からの距離)の範囲のひずみマッピングを行った。Radial方向ひずみは、照射痕中心近傍では圧縮ひずみで、そこから離れるにしたがい減衰していくという分布が得られた。また、Axial方向ひずみは逆に、照射痕中心近傍においては引張ひずみで、そこから離れるに従い減衰した。

### 4. 結論・考察

BL22XUにおいてチタン合金の70 $\mu$ m $\times$ 70 $\mu$ mの領域の微小部残留ひずみ測定を行うための実験条件を確立した。得られたRadialおよびAxial方向のひずみ分布はFEM結果と対応し、妥当な分布であった。今後、もう1方向(Hoop方向)のひずみマッピングを行って、計3方向のひずみから残留応力を算出し、FEM結果との比較などを行い、残留応力発生メカニズムを検討する。

### 5. 引用(参照)文献等

- (1) H. Tanaka, K. Akita, Y. Sano, and S. Ohya, Compressive Residual Stress Generation Process by Laser Peening without Pre-coating, High Performance Structures and Materials III, pp. 359-368, 2006
- (2) K. Akita, M. Kuroda, P.J. Withers, Dynamic Analysis of Residual Stress Introduced by Laser Peening, Materials Science Forum Vols. 524-525, pp. 135-140, 2006