

レーザーパルス照射痕直下のひずみマッピング

Strain Mapping Beneath Laser Pulse Irradiation Area

秋田貢一¹⁾, P.J. Withers²⁾, 葛蒲敬久³⁾, 桐山幸治³⁾
竹田和也¹⁾, 藤城智之⁴⁾, 城 鮎美⁵⁾

K Akita, P.J. Withers, T. Shobu, K. Kiriyama, K. Takeda, T. Fujishiro, A. Shiro

¹⁾東京都市大, ²⁾Manchester Univ., ³⁾原子力機構, ⁴⁾兵庫県立大, ⁵⁾徳島大

(概要) レーザーピーニングにより表面層に圧縮残留応力を導入したアルミ合金試験片に機械的引張負荷を与え、その負荷の前後における試験片表面から内部までの板厚全体にわたる残留応力分布の変化を高エネルギー放射光を利用して非破壊的に測定した。結果から、機械的負荷によって表面層内の圧縮残留応力が緩和し、あわせて内部の残留応力が変化することが実験的に明らかとなった。

キーワード: Laser peening, Residual stress, Relaxation

1. 目的

LP などの表面改質によって導入した圧縮残留応力は部材の強度向上に寄与する。一方、その残留応力は実機の稼働中に熱的・機械的負荷を受けて緩和する可能性がある。この緩和挙動を明らかにすることは、機械構造物の強度信頼性確保のために重要である。残留応力は表面から内部までの部材全体でつりあい状態にあり、その緩和挙動を測定するためには非破壊測定する必要がある。ここでは、LP を施工して圧縮残留応力を導入したアルミ合金試験片に機械的引張負荷を与え、その前後での試験片の表面から内部にかけての残留応力変化を高エネルギー放射光を用いて非破壊測定し、その緩和メカニズムを検討した。

2. 方法

板厚 5mm のアルミニウム合金 A2024-T3 板材の両表面に LP 施工を施し、LP 施工状態、および、その試験片に 330MPa の引張負荷を与え除荷した状態における荷重方向ひずみの深さ分布を測定した。測定は BL22XU においてエネルギー 65.6keV の放射光を用いて、ひずみスキヤニング法により行った。スリット幅(ゲージ体積の深さ方向の長さ)は表面近傍では 0.1mm、内部では 0.5mm とした。測定した回折線は Al 311 で、得られたひずみから荷重方向の残留応力を算出した。

3. 実験結果・考察

表面から背面(0~5mm)までの荷重方向残留応力分布を Fig. 1 に示す。LP 施工状態では両表面層に 1mm 程度の深さまで圧縮残留応力が導入されており、解析的にはそれにバランスする引張残留応力が内部で発生するはずであるが、ほぼゼロ応力であった。330MPa の引張負荷後除荷した状態では、表面近傍の圧縮残留応力はほぼ 0MPa まで緩和した。また、内部の残留応力は逆に圧縮方向へすなわち試験片全体での力のバランスを取る方向へ変化した。

4. 結論

LP 施工により導入した圧縮残留応力の機械的負荷による緩和過程を、高エネルギー放射光を用いて非破壊測定できることが確認できた。次回以降、より小さい荷重ステップでの残留応力変化過程を測定することで、機械的負荷による残留応力緩和メカニズムを明らかにしていく予定である。

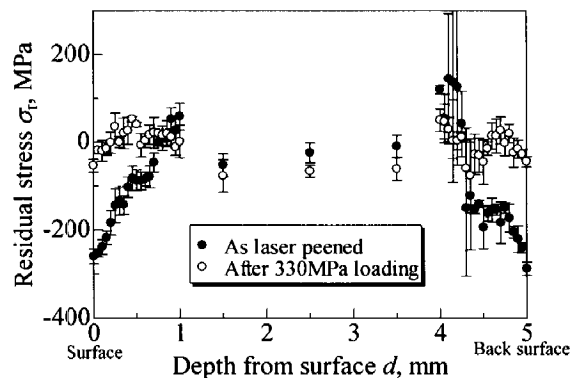


Fig. 1 Residual stress distributions before and after loading on laser peened aluminum alloy, A2024T3.