

表面欠陥をレーザーピーニング により無害化

～輸送機器等で使用される構造部材の信頼性向上～

本研究のポイント

- ・レーザーピーニングの適用により大きな表面欠陥を有する金属材料の疲労強度を大幅に向上
- ・従来の手法であるショットピーニングに比べて4倍の大きさの表面欠陥を無害化
- ・今後輸送機器や構造物の信頼性向上が期待される

【研究概要】

横浜国立大学と新東工業株式会社の研究グループは、レーザーピーニングと呼ばれる表面改質法により、金属材料の表面欠陥を強度上無害化する手法を開発しました。本研究の応用により、輸送機器や構造物の長寿命化および信頼性向上が期待されます。本研究の成果は、国際科学雑誌「Fatigue and Fracture of Engineering Materials & Structures」に3月2日に掲載されました。

【研究成果】

レーザーピーニングにより導入された深くて大きな圧縮残留応力の効果により、アルミニウム合金の疲労強度を最大で5倍まで向上させるとともに、深さ0.4 mmまでの半円スリットを無害化することに成功した。従来の方法であるショットピーニングでは深さ0.1 mmまでの半円スリットの無害化が限界であったため、今回の研究でレーザーピーニングの有用性が実証された。

【実験手法】

アルミニウム合金にレーザーピーニングを施工することにより、表面から0.6 mm程度の深さまで圧縮残留応力を導入した。その後、半円スリット（き裂状の表面欠陥）を導入し、疲労試験を行った。レーザーピーニングを行った場合、深さ0.4 mmの半円スリットを導入しても、疲労強度が低下しないことを明らかにした。つまり、深さ0.4 mm以下の半円スリットを強度上無害化できることを明らかにした。半円スリットの無害化は導入された圧縮残留応力の効果により、疲労き裂の進展を阻止することによって生じる。

【社会的な背景】

これまで、金属材料の疲労強度向上のためにショットピーニングが幅広く用いられてきた。レーザーピーニングは、航空機や輸送機器への応用が期待されているが、本格的な産業応用には至っていない。これまで、レーザーピーニングによる金属材料の疲労強度向上に関する研究は行われていたが、表面欠陥の無害化に着目した研究は行われていなかった。

【今後の展開】

本研究で用いたレーザーピーニングは、ショットピーニングとは異なり、投射材を回収する必要がないことや、複雑な形状の部材に対しても、高精度な施工ができるという特徴がある。特に、疲労き裂が生じやすい溶接部や切欠き部に施工することにより、部材の疲労破壊の防止が可能となるため、機械構造部材の信頼性向上が可能となる。

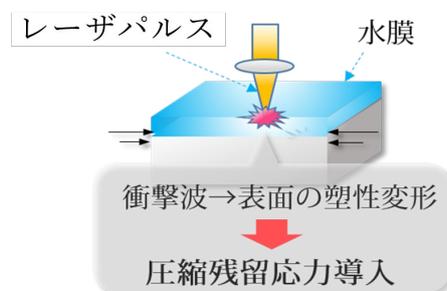


図1 レーザピーニングによる圧縮残留応力の導入

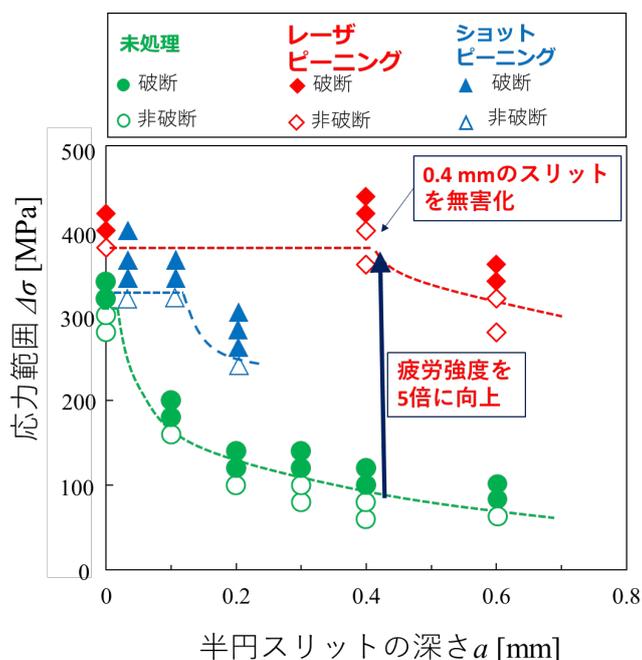


図2 レーザピーニングによるアルミニウム合金の疲労強度の向上と表面欠陥の無害化

【掲載論文】

題目： Effects of laser peening on the fatigue strength and defect tolerance of aluminum alloy

著者： Koji TAKAHASHI, Yuta KOGISHI, Norihito SHIBUYA, Fumiaki KUMENO

雑誌： Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures

DOI： 10.1111/ffe.13201

【用語解説】

レーザーピーニング：短パルスのレーザーを照射したときの局所的な衝撃作用を利用して材料表面に圧縮残留応力を導入する技術。

ショットピーニング：無数の投射材（鋼球やセラミックス球）を高速度で金属表面に投射することで、材料表面に圧縮残留応力を導入する技術。

残留応力：材料の塑性変形によって導入される応力。圧縮残留応力はき裂の進展を抑制し、疲労強度を向上させる効果がある。

本件に関するお問い合わせ先：

横浜国立大学 工学研究院 教授 高橋宏治

電話/FAX: 045-339-4017、Mail: takahashi-koji-ph[at]ynu.ac.jp