

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-1

ボールバニシングにより 外観向上と表面キズの無害化を達成

～アルミニウム合金の長寿命化と信頼性向上～

本研究のポイント

- ボールバニシングの適用により表面キズを有するアルミニウム合金の疲労強度を大幅に向上
- 表面を滑らかにしながら、有害な表面キズを無害化することができる
- 最終仕上げの研磨工程を短縮でき、幅広く産業利用への期待ができる

【研究概要】

横浜国立大学と株式会社シマノの研究グループは、ボールバニシングと呼ばれる表面処理法により、アルミニウム合金の表面を滑らかにしながら、表面キズを疲労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、部材の外観の向上に加えて、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 & Fracture of Engineering Materials & Structures」に6月25日に掲載されました。

【研究成果】

ボールバニシングは、表面を平滑化しつつ、深くて大きな圧縮残留応力を導入可能な表面処理法である。この圧縮残留応力の効果により、深さ0.1 mmまでの半円スリットを無害化することに成功した。従来の無害化方法であるショットピーニングでは、表面を荒らしてしまうという欠点があった。ボールバニシングを適用することで、表面を滑らかにすると同時に、表面キズも無害化できるため、今回の研究でボールバニシ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半円スリット（き裂状の表面欠陥）を導入した後、ボールバニシングを施工した。ボールバニシングにより、算術平均粗さを80%低減し、表面から0.4 mm程度の深さまで圧縮残留応力を導入した。深さ0.1 mmの半円スリットを導入後にボールバニシングを行った場合、疲労強度が低下しないことが明らかになった。すなわち、ボールバニシングは、表面粗さを低減しつつ、深さ0.1 mm以下の半円スリットを強度上無害化できる。この無害化は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いる。しかし、ショットピーニングには施工後に表面粗さが増加するという欠点が存在する。一方で、ボールバニシングは表面粗さを低下させる加工である。これまで、アルミニウム合金の疲労強度向上に対してボールバニシングを適用した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】

本研究で用いたボールバニシングは、ショットピーニングとは異なり、表面を平滑化させる。したがって、ショットピーニングと比べ、ボールバニシングは最終仕上げの研磨工程を短縮できる。製品製造の最終工程でボールバニシングを施工することで、製造時に生じる加工キズを無害化できる。使用中に表面キズが入ってしまった場合も、強度低下を抑えることができる。アルミニウム合金部材の外観を向上させ、長寿命化と信頼性向上を図ることが可能であるため、本手法の輸送機器で使用される部材への応用が期待される。

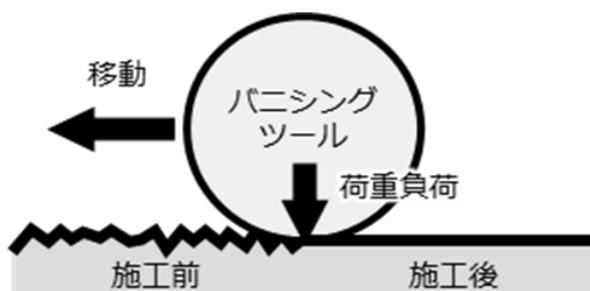


図 1. ボールバニシングの模式図。球体形状の専用工具を被加工材に押し付けながら移動することで、微小の凹凸が塑性変形し、表面が平滑化される。この塑性変形の際に、圧縮残留応力が導入される。

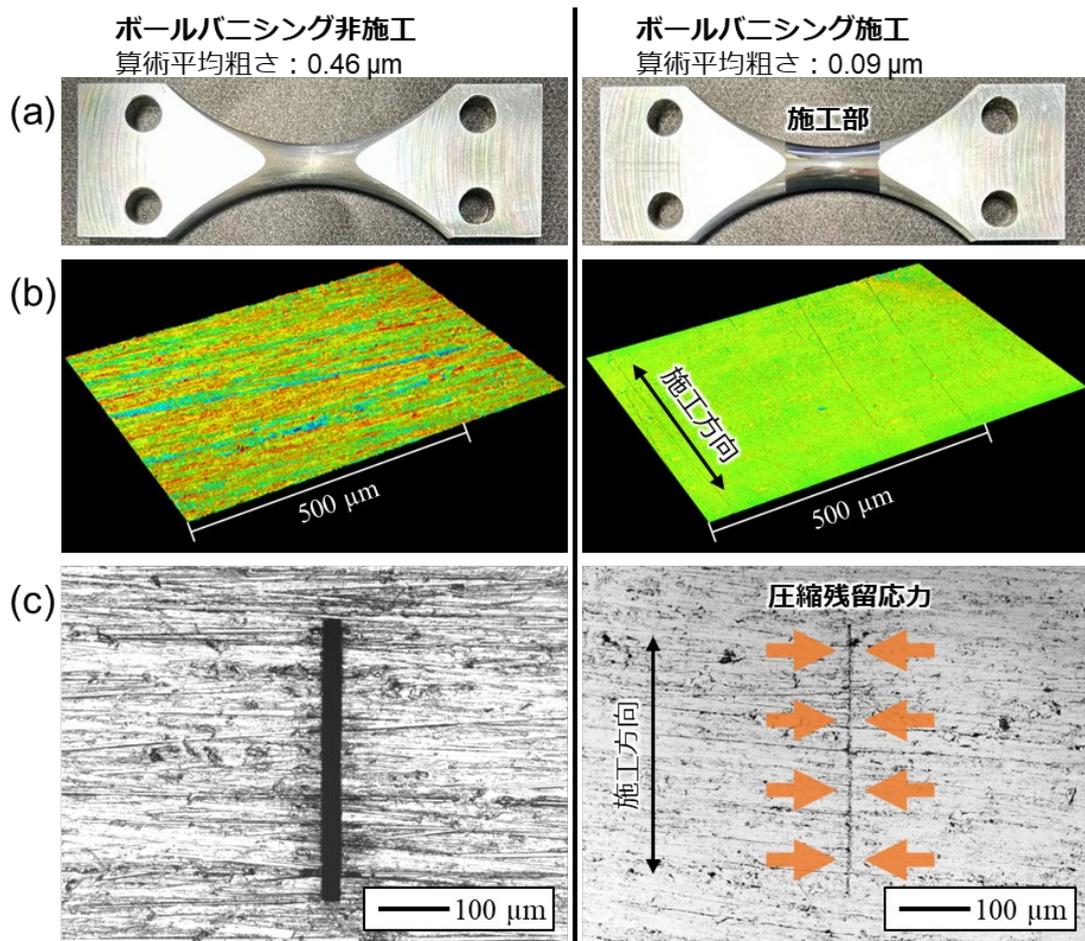


図 2. (a) 試験片の外観写真。ボールバニシング施工による鏡面化が確認された。(b) 3D プロファイル画像。非施工材に存在した微小な凹凸がボールバニシングにより押し潰されたため、施工材の粗さが低減した。(c) 半円スリットの形状。ボールバニシングにより半円スリットが変形し、表面近傍はスリット幅が小さくなっていた。

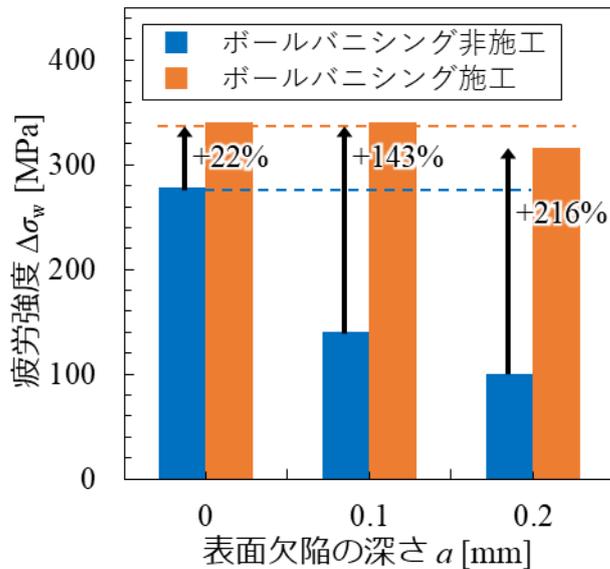


図 3. 表面欠陥寸法と疲労強度の関係。ボールバニシングを施工することで、深さ 0.1 mm の表面欠陥による疲労強度の低下を防ぐことができた。

【掲載論文】

題目 : Fatigue strength improvement of aluminum alloy with surface defect by ball burnishing

著者 : Kohei Wakamatsu, Koji Takahashi, Yuka Koyama, Masanori Taniguchi

雑誌 : Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures

DOI : 10.1111/ffe.14372

【用語解説】

ボールバニシング : 球体状の専用工具を金属工作物の表面に押し付けながら移動させることで、材料表面の微小な凹凸を平滑化しつつ、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