

Ti-6Al-4V合金の表面特性に及ぼすマイクロショットピーニングの影響

研究の背景

チタン・チタン合金は、軽量、高強度、低弾性率および高耐食性などの優れた特性を示すことから、航空機産業や自動車産業、医療産業などの様々な分野で採用されています。

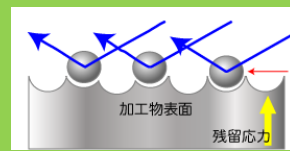
チタン合金の疲労強度の向上

ショットピーニングによるチタン・チタン合金の疲労強度向上等の表面改質を目的として、200 μm以下の微細な投射材を用いたマイクロショットピーニング(MSP)を行い、表面粗さや硬さ、残留応力に及ぼすMSPの影響について調査する。

ショットピーニング

ショットと呼ばれる無数の鉄あるいは非鉄金属等の投射材を高速度で金属表面に衝突させる冷間加工の一種です。

- ・加工硬化
- ・圧縮残留応力の付与
- ・耐摩耗性の向上
- ・耐応力腐食割れ特性の向上



マイクロショットピーニング

200 μm以下の微細な投射材を用いることで、従来のショットピーニングと比較して、表面粗さを低減し、表層に大きな圧縮残留応力を付与することができる

実験方法

試験片

α+β型チタン合金
(Ti-6Al-4V)

・試験片形状
φ25 mm × 10 mm

ショットピーニング

- ・投射材: ①FeCrB合金ショット(FCB)
サイズ: 0.1 mm
硬さ: 1200 HV
- ② 鑄鋼ショット(CS)
サイズ: 0.1 mm
硬さ: 460 HV
- ・投射圧力: 0.6 MPa
- ・投射時間: 2~60 s

評価

- 粗さ測定
- 硬さ試験(ピッカース)
- 残留応力測定

結果

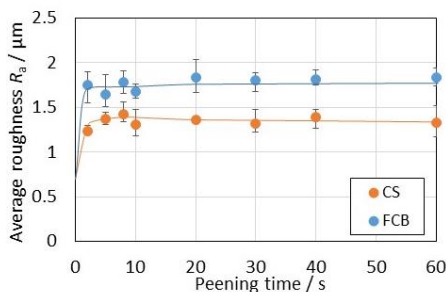


図 表面粗さと投射時間の関係

表面粗さは、投射時間に関わらずほぼ一定の表面粗さとなり、CSではRa=1.3 μm、FCBではRa=1.8 μmとなった。

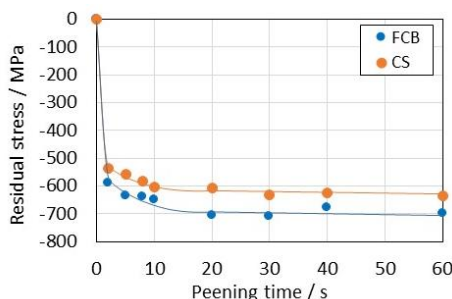


図 残留応力と投射時間の関係

投射時間20~30 sで圧縮残留応力は飽和し、CSでは約620 MPa、FCBでは約700 MPaの圧縮残留応力を付与することが可能であった。残留応力の付与においても、高硬度な投射材でより大きなピーニング効果が得られることが分かった。

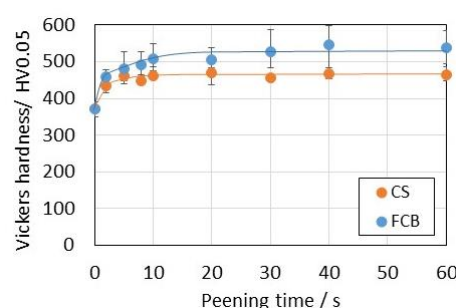


図 表面硬さと投射時間の関係

投射時間とともに表面硬さが増加していき、CSでは投射時間約20 sで、FCBでは約40 sで表面硬さが飽和し、CSでは約80 HV、FCBでは約160 HVの硬さが向上した。高硬度な投射材でより大きなピーニング効果が得られることが分かった。

まとめ

α+β型チタン合金Ti-6Al-4Vに対して、硬さの異なる2種類の投射材を用いてMSP処理を行いました。硬質の投射材を用いたMSP処理の方が、表面硬さおよび圧縮残留応力が高くなり、大きなピーニング効果が得られ、表面粗さの増加も少ないため、疲労強度の向上も期待できます。