



# 表面時効硬化したβ型チタン合金の強度特性評価

## 研究の背景

β型チタン合金は時効によりβ相中にα相を析出させることで、強度や硬度を向上させている。このα相は加工などにより導入された転位を核として生成している。これまでの研究で、ショットピーニング（以下、SP）処理で表面のみに加工して転位を導入した後に時効することで、表面硬化層の形成が可能であることを確認した。



ショットピーニングと時効処理を行い、表面時効硬化したβ型チタン合金の強度特性について調査を行った。

## ショットピーニング

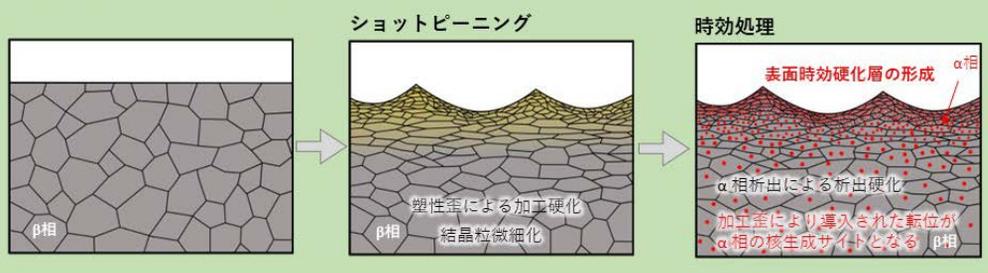
ショットと呼ばれる無数の鉄あるいは非鉄金属等の投射材を高速度で金属表面に衝突させる冷間加工。

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

## 時効処理

溶体化処理により過飽和固溶体を形成した後、低温での加熱保持によりα相の析出反応を促進させて、硬化させる処理。

## 表面時効硬化の模式図



## 実験方法

### 試験片

β型チタン合金  
(Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al)  
・板状引張試験片  
JIS 13B号ハーフサイズ

### 表面処理

- ①未処理材 (non-treated材)
- ②SP処理材 (SP材)
- ③時効処理材 (Aging材)
- ④SP処理後に時効処理 (SP-Aging材)

### 評価

・引張試験

表 SP処理条件

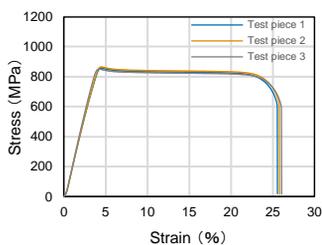
Machine type	Air peening type machine
Shot material	Cast steel shot (CS) Diameter : 0.1 mm Density : 7.4 g/cm <sup>3</sup> Hardness : 460 HV
Air pressure	0.6 MPa
Peening distance	200 mm
Atmosphere	Air
peening time	20 s

表 時効処理条件

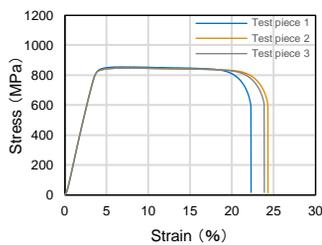
Aging temperature	400 °C
Atmosphere	Vacuum
Aging time	14.4 ks

## 実験結果

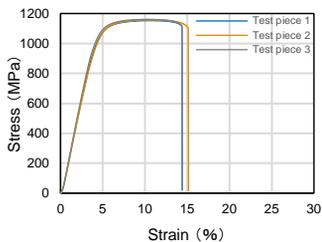
### ① non-treated材



### ② SP材



### ③ Aging材



### ④ SP-Aging材

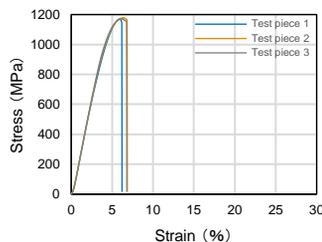


図 引張試験結果

non-treated材とSP材を比較すると、SP処理により、伸びの低下がみられたが、強度はほとんど変わらなかった。また、伸びのばらつきが大きくなっており、SP処理によって表面粗さが大きくなったためであると考えられる。また、Aging材とSP-Aging材を比較すると、SP処理することにより、伸びの低下がみられたが、強度はわずかに向上した。これは、SP処理と時効処理で得られた表層の硬化層が強度を向上させたと考えられる。

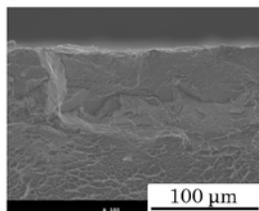


図 SP-Aging材の破面写真

SP-Aging材では表層の50 μmで、ディンプルは観察されず破面形態に違いが見られた。この破面形態の違う領域が、表面時効硬化で得られる硬化層深さと一致することから、硬化層による強度の向上が確認できた。

SP処理と時効処理を組み合わせた表面時効硬化処理をβ型チタン合金に行い引張試験により強度特性を評価した。SP-Aging材はAging材と比較すると、表面粗さの増大や表面層の硬化により伸びの低下は見られたが、同等の強度を示した。このことから、表面時効処理は強度を保持しつつ、高硬度な硬化層を形成していることが確認でき、有用な表面硬化処理であると考えられる。