

## 表面時効硬化したβ型チタン合金の強度特性評価

青木 俊憲

### 1 目的

純チタンとその合金は、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有しており、その中でもβ型チタン合金は、加工が容易で、時効を中心とした熱処理や加工熱処理による高強度化を行うことができることから、部品の高強度化や軽量化に適している。

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ている。<sup>1)</sup> この研究では、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する。

### 2 実験方法

試験片には、β型チタン合金（Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al）の板状引張試験片（JIS 13B 号ハーフサイズ）を用いた。SP 処理および時効処理の影響を調査するために、次の4種類の試料を作製した。

- 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）

SP 処理の投射材には、直径が 0.1 mm、硬さが 460 HV の鋳鋼ショット（以下、CS）を用いた。SP 処理は試験片平行部の両面に行った。SP 加工条件を表 1 に示す。また、SP 処理後に時効処理を行った。時効処理条件を表 2 に示す。SP 処理および時効処理した試料の強度を評価するために引張試験を行った。引張速度は 2 mm/min で行った。

表 1 SP 加工条件

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 2 時効処理条件

Aging temperature	400 °C
Atmosphere	Vacuum
Aging time	14.4 ks

### 3 結果と考察

図 1 にそれぞれの試料の引張試験の結果を示す。non-treated 材と SP 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、時効処理なしと同様に、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 処理と時効処理による表面時効硬化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 2 に SP-Aging 材の破面写真を示す。他の試料では、破面全体でディンプルが観察され延性破面を示したが、SP-Aging 材では表層の 50 μm では、ディンプルは観察されず、破面形態に違いが見られた。この破面形態に違いが見られる領域が、表面時効硬化で得られる硬化層深さ<sup>1)</sup>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。

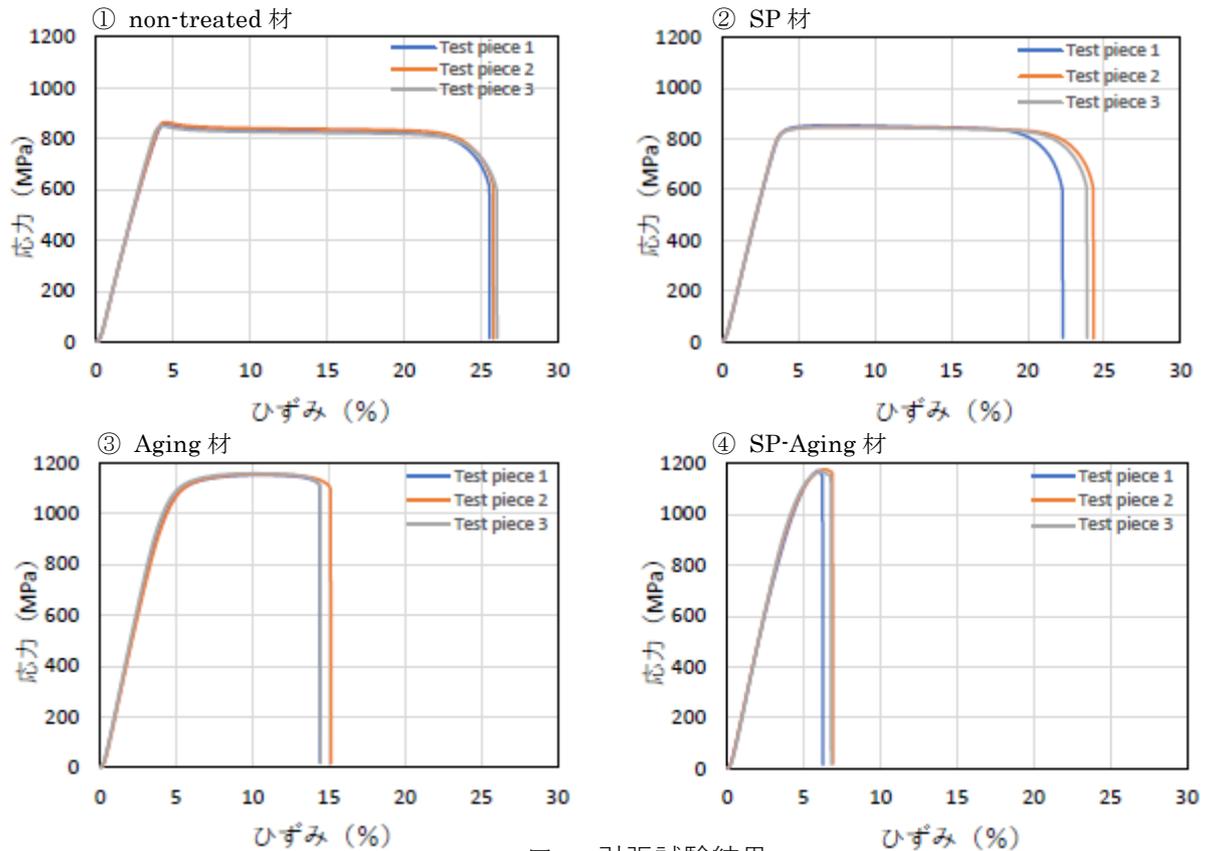


図1 引張試験結果

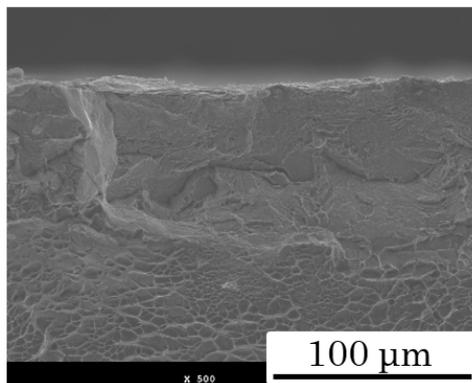


図2 SP-Aging 材の破面写真

#### 4 結論

SP 処理と時効処理を組み合わせた表面時効硬化処理を  $\beta$  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。

#### 参考文献

- 1) 青木俊憲, 兵庫県立工業技術センター研究報告書, 31 (2022)

(問合せ先 青木俊憲)