

チタン合金の材料特性データの活用による鍛造シミュレーションの高精度化

機械電子科 是永宗祐 本多正計

Improvement of forging simulation accuracy by utilizing stress-strain curves of Ti-6Al-4V ELI alloy

KORENAGA Sosuke and HONDA Masakazu

Keywords : Ti-6Al-4V, numerical simulation, forging, stress-strain curve.

キーワード : Ti-6Al-4V、シミュレーション、鍛造、材料特性データ

1 はじめに

日本は超高齢社会を迎え、整形外科用インプラントの使用量は年々増加しており、新たな市場として着目されている。これら製品の多くは切削加工により製造されるが、材料歩留まりの向上によるコスト削減の要求から熱間鍛造等への製造方法の転換が求められている。

しかし、熱間鍛造を採用する際には、金型形状や鍛造条件の最適化のために多くの試作や実験が必要となり、初期の開発コストが高くなることが問題となる。そこで、筆者らはシミュレーション技術を用いることにより、開発コストの低減を目指している。

金型に作用する負荷や鍛造後の製品形状等を正確に予測するためには、基礎データとして正確な材料特性データが必要となる。材料特性データは、材料に加えた応力、温度、ひずみ（変形量）、ひずみ速度（変形速度）の関係を表したものであり、各種材料のデータを正確に取得するための研究が数多く行われている¹⁾。鉄鋼材料を対象とした研究が多い中、筆者らはこれまでに生体適合性材料であるチタン合金の材料特性データを取得してきた²⁾。本研究では、取得した材料特性データを用いてシミュレーションを行うことで、予測精度が向上することを報告する。

2 方法

鍛造シミュレーションソフト DEFORMTM-2D Ver.11.3 (Scientific Forming Technologies Corporation) を用いて、医療用チタン合金 (Ti-6Al-4V ELI:ASTM F136) の高温圧縮試験を再現した。材料特性データには既往の研究²⁾で取得したデータ (以下、取得データ) と、導入時にソフトに内蔵されていた Ti-6Al-4V 合金のデータ (以下、既存データ) の2種類を用いた。図1に示す

ような円柱形状試料を 800°C に加熱した後、ひずみ速度 10^{-3} 、 10^{-2} 、 10^{-1} 、 $1s^{-1}$ の4条件で圧縮する高温圧縮試験をシミュレートし、真応力 - 真ひずみ曲線を求めた。また、実際に高温圧縮試験を実施し、実測値を求め、シミュレーションによる計算値と比較した。

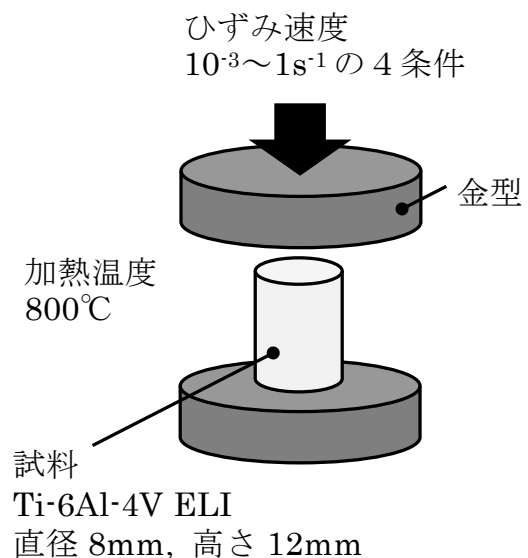


図1 高温圧縮試験概略

3 結果および考察

真応力 - 真ひずみ曲線の実測値及び計算値を図2に示す。図2中の灰色実線が実測値、黒色破線が既存データによる計算値、黒色実線が取得データによる計算値である。既存データによる計算値は実測値との誤差が最大で 50% 以上となったが、取得データによる計算値では誤差が 5% 以下となった。

4 まとめ

独自に取得した正確な材料特性データを用いることで、シミュレーション精度を大幅に向上できた。

参考文献

- 1) YANAGIDA A. et al. : ISIJ International, 45, 6, 858-866 (2005).
- 2) 是永宗祐 他 : 生体適合性材料 (チタン合金) の高温圧縮試験による材料特性データの取得. 静岡県工業技術研究所研究報告, 第 12 号, 66-67 (2019).

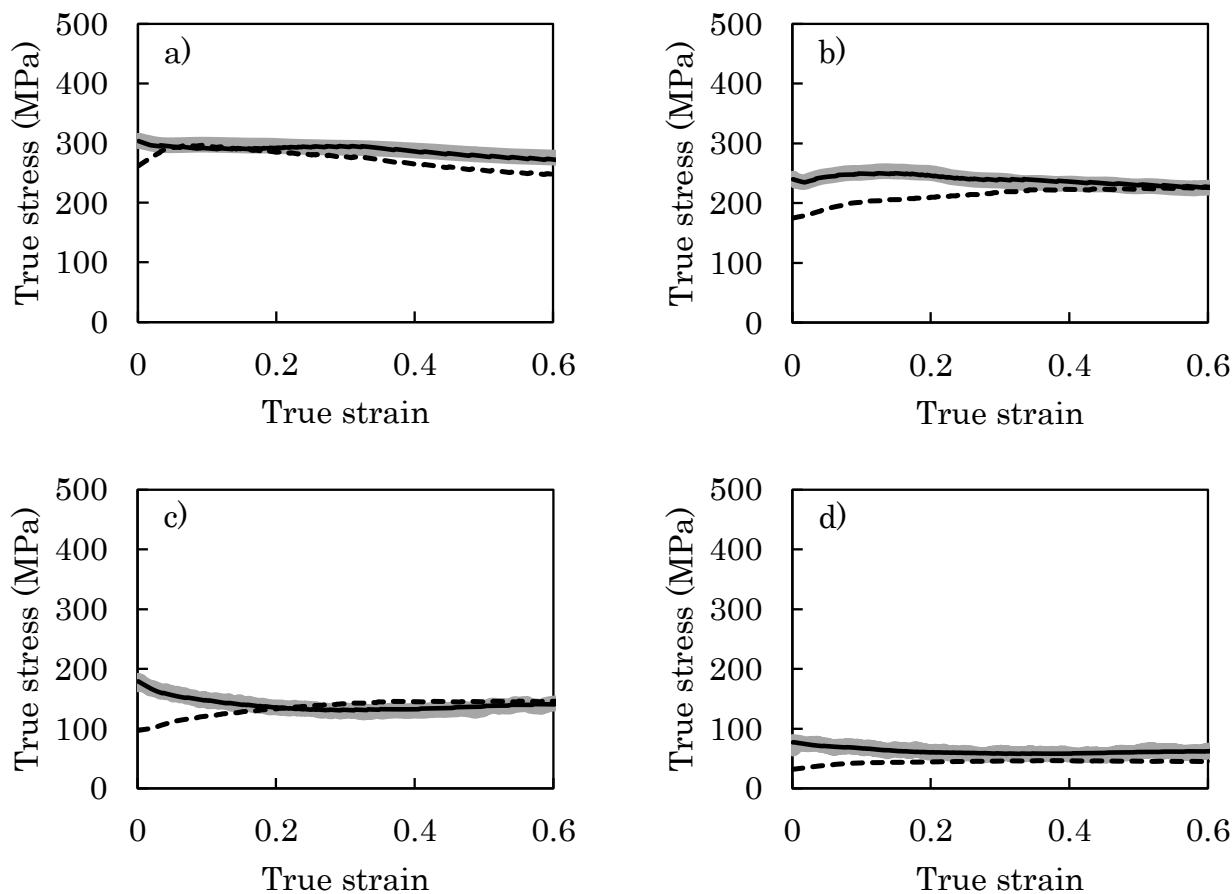


図2 真応力-真ひずみ曲線

- a) : ひずみ速度 1s^{-1}
- b) : ひずみ速度 10^{-1}s^{-1}
- c) : ひずみ速度 10^{-2}s^{-1}
- d) : ひずみ速度 10^{-3}s^{-1}
- : 実測値
- : 既存データによる計算値
- (shaded) : 取得データによる計算値