

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

機械電子科 是永宗祐 本多正計

Measurement of stress-strain curves by hot compression testing for biomedical Ti-6Al-4V ELI alloy

Sosuke KORENAGA and Masakazu HONDA

Keywords : Titanium alloy Ti-6Al-4V alloy, hot compression testing, stress-strain curve

キーワード：チタン合金、Ti-6Al-4V、高温圧縮試験、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。しかし、安価な海外製品との市場競争が厳しく、低価格化が求められているものの、従来の切削加工法による製造では材料の歩留まりが悪く、低コスト化が難しいのが現状である。

このような整形外科用インプラントに熱間鍛造法が採用できれば、材料歩留まりの向上が期待でき、従来の切削加工法に比べて大幅な低コスト化が可能になる。しかし、熱間鍛造法を採用する際には、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である。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、材料特性データと呼ばれる基礎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、高温圧縮試験を行うことによって求めることができる。そこで本研究では、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することを目的とし、同合金の高温圧縮試験を行った。

2 方法

試料には直径8mm、高さ12mmの円柱形状の医療用チタン合金（Ti-6Al-4V ELI, ASTM F136）を用い、試験機には図1に示す熱間加工再現試験機 THERMEC MASTOR-Z（富士電波工機㈱）を用いた。高温圧縮試験では、図2に示すように加熱された試料が上下に設置したアンビル（金型）によって圧縮される。試料を800℃に加熱した後、ひずみ速度 10^{-3} 、 10^{-2} 、 10^{-1} 、 1 s^{-1} の4条件で圧縮試験を行い、真応

力-真ひずみ曲線を求めた。その後、圧縮中の内部発熱による材料の軟化の影響を補正し¹⁾、材料特性データを求めた。



図1 熱間加工再現試験機

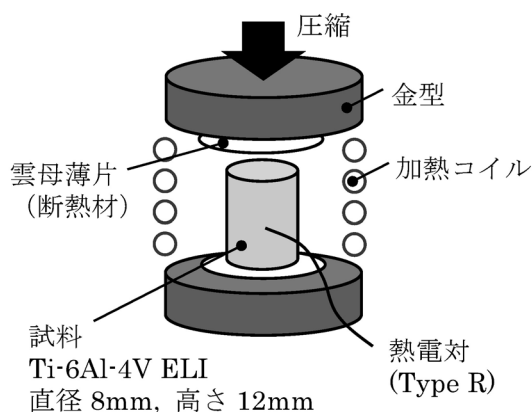


図2 高温圧縮試験概略

3 結果

高温圧縮試験により求めた真応力-真ひずみ曲線を図3中の実線及び破線で示す。ただし、注意点として図3中の実線及び破線で示した真応力-真ひずみ

【ノート】

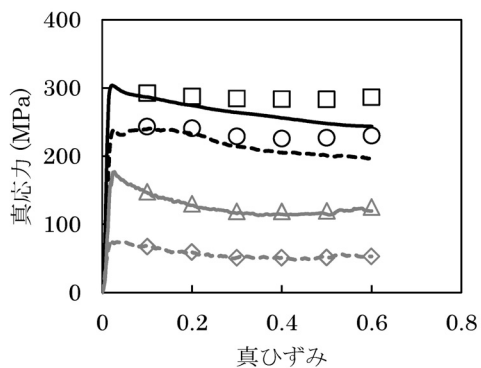


図3 真応力-真ひずみ曲線

線：補正前、プロット：補正後

ひずみ速度 —□：1s⁻¹、---○：10⁻¹s⁻¹、
—△：10⁻²s⁻¹、---◇：10⁻³s⁻¹

曲線は加工発熱によって生じる材料の軟化を考慮していない点が挙げられる。先行研究の手法¹⁾を用いて加

工発熱の影響を補正した結果を図3中のプロットで示す。補正後の結果を材料特性データと呼び、本データを鍛造シミュレーションソフトに内蔵することにより、さらに高精度な解析が可能になると期待される。

4 まとめ

加熱温度800℃の条件下でチタン合金の高温圧縮試験を行い、鍛造シミュレーションで必要となる材料特性データを取得した。今後はさらに多くの条件で高温圧縮試験を行い、材料特性データの拡充を目指す。

参考文献

- 1) Li Y. P. et al. : Metall. Mater. Trans. A, 40A, 1203-1209 (2009) .