

生体用インプラントにおけるデザイン支援技術の開発

増子知樹^{*1)}、櫻庭健一郎^{*1)}、大久保富彦^{*2)}、小久保邦雄^{*3)}
熊谷崇^{*4)}、国松利和^{*4)}、吉田 仁^{*4)}、古屋幸彦^{*4)}

1. はじめに

整形外科の分野では、チタン材料などの金属系生体材料が、骨プレートとして骨折治療で広く適用されている。特に、生体用インプラントは、微小なピンやスクリューなどを利用して生体内の骨部位に締結されるため、日常的に多方向からの動的な繰り返し荷重が作用しており、生体材料の疲労や摩擦磨耗による破壊損傷を受けやすい環境下にある。

本研究では、チタン合金製の掌プレートを取り上げ、おもに、プレートに動的な繰り返し荷重が作用したときの局所的な変形挙動と赤外線を利用した応力分布特性を高精度に計測し、掌プレートの複雑形状が力学的特性におよぼす影響を検討したので報告する。

2. 実験方法

図1には、掌プレートに繰り返し圧縮荷重を加える試験装置を示す。掌プレートは、全長18mm、2.2ピン4本と全長50mm×最大厚2.5mmのプレートから構成される。荷重はピン中央上方側からで、圧縮荷重0.45kN、周波数2Hzの正弦波とする。SとPの各ポイントには、ストレングージを貼付して動的ひずみ挙動を計測する。

また、掌プレートのデザインを検討するため、熱弾性効果を利用した赤外線による応力分布計測をおこなう。

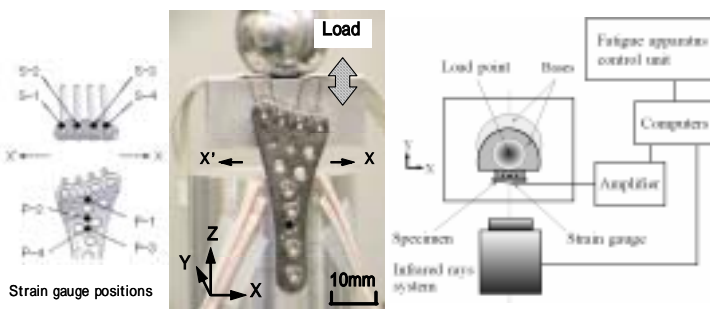


図1 試験装置

3. 結果および考察

図2には、繰り返し圧縮荷重を加えたときのピン(図1のS-1~4)における動的ひずみ挙動を示す。ピンの上側固定端には最大で0.28%のひずみが生じていた。

図3は、ピンおよびプレート部の応力分布特性である。ピンの上側固定端には、片持ち梁状の曲げ応力が作用しており、赤色系で示した応力集中箇所は、疲労によるき裂破壊箇所と一致していた。プレート部は、剛性が大きいため動的なひずみが小さく、応力分布はプレート上部に分散していた。その一方で、締結されたピンの固定端には、200MPaを超える曲げ応力が集中する結果より、掌から伝わる力は、おもにピン4本に作用することが明らかになった。

本研究の結果、プレート形状および板厚のデザイン変更によって、応力集中箇所の抑制と疲労寿命の向上が期待できることが分かった。

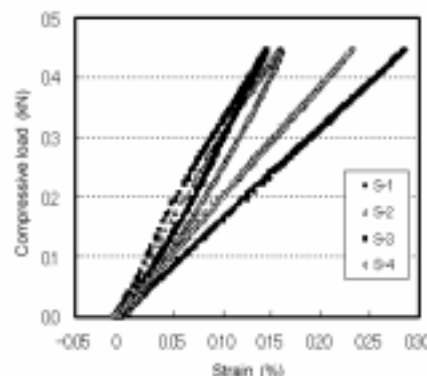


図2 動的ひずみ挙動

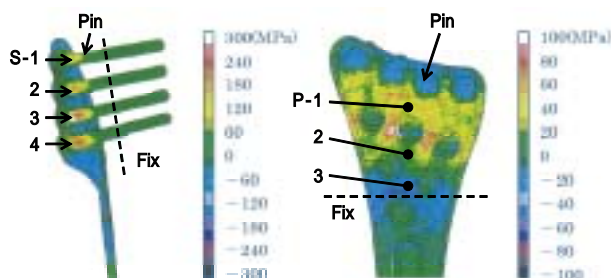


図3 赤外線応力分布特性

4. まとめ

生体用インプラントのデザイン開発をおこなう場合、熱弾性効果を利用した赤外線による応力分布計測法は、疲労寿命に直結する応力集中箇所を特定するための一つの手段として非常に有効であることが明らかになった。

*1) 製品化支援室、*2) デザイングループ、*3) 工学院大学、*4) (株)日本ユニテック