

2001年2月9日

機能材料工学専攻	学籍番号	933216
申請者氏名	黒田 大介	

指導教官氏名	新家 光雄 小林 俊郎 梅本 実 牧 清二郎
--------	---------------------------------

論文要旨 (博士)

論文題目	高生体融合機能性 β 型チタン合金の創製とその力学的特性
------	------------------------------------

(要旨 1,200字程度)

近年では、苛酷な酸化性の環境下において優れた耐食性および強度を有する純チタンおよびTi-6Al-4V ELI合金に代表されるチタン合金が生体材料として主に用いられるようになってきている。しかし、これまで生体材料として用いられている金属材料の多くは工業用から転用されており、それら金属材料から溶出する金属イオンによる金属アレルギーが懸念されている。また、それらの弾性率は生体皮質骨と比較して高いことから組織適合性への影響が指摘されている。

そこで、本研究では、金属アレルギーを生じないとされる合金元素のみにより構成され、生体皮質骨になるべく近い弾性率を有する新しい生体用 β 型チタン合金の合金設計を行い、それら設計合金の基本的な力学的特性の調査を行った。また、一部の設計合金については細胞毒性試験を行い、生体材料としての本設計合金の実用可能性についても検討を行った。さらに、実用可能と判断された設計合金の実用規模の鋳塊を作製し、最適な強度・延性バランスをもたらす熱処理プロセスについて検討を行ない、時効条件と力学的特性との関係について、さらにはそれらとミクロ組織との関係について調査を行った結果、以下の結論を得た。

- ①新しく設計した7種類の設計合金の中で、Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr合金の溶体化時効材は既存の生体用チタン合金とほぼ同等の強度・延性バランスを示し、かつその弾性率は既存の生体用チタン合金とほぼ同等かあるいは低い値であった。さらに、Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr合金はTi-6Al-4V合金よりも細胞適合性に優れることが明らかとなった。
- ②摩耗相手材としてジルコニアボールを使用した大気中および擬似生体内環境中での摩擦摩耗試験では、設計合金は耐摩耗性に優れるSUS 316Lステンレス鋼とほぼ同等の摩耗重量減少量を示した。このことから、本研究で設計した設計合金を人工股関節などの硬組織代替器具材料として使用する場合、接触する骨頭の方法としてジルコニアが最適である。
- ③Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr合金の実用規模の鋳塊を作製し、最適な強度・延性バランスをもたらす熱処理プロセスについて検討を行った。溶体化処理後に598Kから698Kの温度範囲で時効処理を施すことにより、Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr合金は既存の生体用チタン合金であるTi-6Al-4V ELI合金およびTi-13Nb-13Zr合金とほぼ同等かあるいは優れた強度・延性バランスを示した。また、それら溶体化時効材の弾性率はTi-6Al-4V ELI合金と比較して低い値であることが確認された。冷間加工後に直ちに時効処理を施すことにより比較的高い引張強さが得られるが、それらの伸びは同じ時効処理を施した溶体化時効材と比較して低い。