

平成 18年 2月 17日

機能材料工学専攻	学籍番号	993117
申請者氏名	坂口 信人	

指導教員氏名	新家 光雄 福本 昌宏 土谷 浩一 戸田 裕之
--------	----------------------------------

論文要旨(博士)

論文題目	生体用Ti-Nb-Ta-Zr系合金の機械的性質と変形挙動
------	------------------------------

(要旨 1,200字程度)

一般に、チタンは人体に対して無毒性な元素とされている。そのため、チタンおよびチタン合金は、生体材料、特に整形外科および歯科分野における硬組織代替材料として注目されている。中でも、Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr合金は、無毒性元素により構成され、DV-X α クラスター法によるd電子軌道論を用いて、低弾性率を目的として合金設計された生体用チタン合金である。また、同合金の諸特性は既存の生体用チタン合金のそれらに比べ、同等もしくはより良好であることが報告されている。しかし、Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr合金などの多元系Ti-Nb-Ta-Zr系合金の諸性質に及ぼす添加元素量の影響を系統的に調査した例は極めて少ない。

本研究では、生体用チタン合金であるTi-29Nb-13Ta-4.6Zr合金の合金組成を簡素化したTi-30Nb-10Ta-5Zr合金を基本組成に定め、そこから各添加元素量をそれぞれ種々変化させたTi-XNb-10Ta-5Zr合金、Ti-30Nb-XTa-5Zr合金およびTi-30Nb-10Ta-XZr合金を作製し、それらの機械的性質および変形挙動を調査・検討した。

Ti-XNb-10Ta-5Zr合金の弾性率は、Nb添加量の増加に従い減少する傾向を示した。しかし、ミクロ組織中に ω 相が析出するNb添加量15%、20%および25%のTi-XNb-10Ta-5Zr合金では逆に増加する傾向を示した。また、Ti-25Nb-10Ta-5Zr合金では、複数の変形機構が同時に活動するため、作製したTi-XNb-10Ta-5Zr合金の中で最大の伸びを示した。Ti-30Nb-XTa-5Zr合金の引張強さおよび伸びは、Ta添加量10%をしきい値として大きく変化した。また、Ti-30Nb-10Ta-XZr合金の引張強さは、Zr添加量の増加に伴い上昇し、伸びは減少した。Zr添加量変化に伴う引張特性および弾性率の変化などの観点から、Ti-Nb-Ta-Zr系合金に対して、Zrは、NbおよびTaと同様に、 β 安定化元素に類似した影響を示すことが明らかになった。

Nb添加量が20%および25%のTi-XNb-10Ta-5Zr合金、Ta添加量が0%および5%のTi-30Nb-XTa-5Zr合金およびZr添加量が0%および3%のTi-30Nb-10Ta-XZr合金にて、 β 相の α'' 相への応力誘起相変態および逆変態が確認された。そのため、これら6種類のTi-Nb-Ta-Zr系合金では、形状記憶効果および超弾性の発現が期待できることが明らかになった。Ti-30Nb-10Ta-5Zr合金の結晶格子では、格子歪み量が許容できる最大の弾性歪み量に到達した結晶方位への弾性変形が拘束されると考えられる。そのため、比例限以上の応力では、弾性率が見掛け上減少した。したがって、Ti-30Nb-10Ta-5Zr合金の応力-歪み線図では、その弾性変形挙動がフックの法則に従わないことが明らかになった。