

## 博士論文要旨

### 論文題名：水素化チタンを利用したチタン合金の新創製法の開発

立命館大学大学院理工学研究科  
機械システム専攻博士課程後期課程

シャルマ ブフペンドラ  
SHARMA Bhupendra

チタンとその合金には、優れた機械的特性や化学的安定性から幅広い工業的応用展開が期待される。しかし、そのような優れた性質にもかかわらず、原料の高コストや製造過程の複雑さ等から応用には制約がある。それゆえ、部品形状に近いニヤネットシェープが付与でき、実用的で高品質な製造プロセスを開発する必要がある。そして、粉末冶金法は、ニヤネットシェープを付与することが可能であり、低コストな手法であることから、チタン合金を製造する方法として最適な方法である。

近年、粉末冶金法の一つであるメカニカルアロイングプロセスにおいて、粉末の凝集を防ぐ手段として脆性な水素化チタン( $\text{TiH}_2$ )粉末を使用する研究が行われている。したがって、チタン合金の作製のために、水素化チタンを純チタンの原材料として用いることが可能であると考えられる。さらに、放電プラズマ焼結などの急速焼結法の活用が結晶粒微細化や高密度焼結体の作製に適していることが明らかとなってきた。

このような背景から、本研究ではまず、チタンおよびチタン合金の製造にあたり、水素化チタンを原材料として利用可能かどうかについて検証し、実際に、純チタン(Ti)、Ti-40mass%Nb 合金、Ti-25mass%Nb-11mass%Sn 合金の、メカニカルアロイング法と放電プラズマ焼結による作製を試みた。その結果、水素化チタン粉末の利用により粉末の凝集や容器、ボールへの凝着が防止され、ほぼ 100%のメカニカルアロイング粉末を作製でき、その後の焼結によって、 $\beta$ 相の微細結晶粒の焼結体が作製できることが明らかとなった。しかしながら、水素の残留の影響によると推測される延性の低下が認められ、延性の改善のためには水素濃度低下が重要であることが示唆された。

これに対し、新たな方法として、水素化チタンの脱水素に有効な「2-step 焼結法」を提案した。残留水素をさらに低減させるために、出発材料に水素化チタンと純チタン粉末を混合して用いることも提案した。この方法を、Ti-40mass%Nb、Ti-25mass%Nb-25mass%Zr 合金の作製に適用した結果、高密度な $\beta$ 単相焼結体を作製することができた。引張試験では、両合金ともに溶解法と同等な高強度と高延性を示し、「2-step 焼結法」が有効な方法であることが確認できた。本開発方法で作製したこれらのチタン合金は、通常の溶解法による粉末材料から作製したチタン合金と比べて同程度の延性を油脂ながらもより高強度であることが明らかになった。