

産業用チタン合金の合金開発、 組織制御と高温加工の現状

香川大学

松本 洋明*

チタン (Ti) および Ti 合金は軽量 (純 Ti 密度: 4.5 ~ 4.6 g/cm³)、高強度で耐食性に優れる利点を活かし、航空機用部材、海水中での熱交換器、さらには生体用金属材料に応用されている。しかし、自動車や一般民生品の分野への幅広い展開には制限があり、これは Ti のコストが著しく高価であることに起因する。

一般的な Ti の板材の製造コストは 1t 当たり 100 万円以上であり、この価格は鉄鋼の 20 倍、アルミニウム (Al) やステンレス鋼の数倍である¹⁾。これは、精錬コストが高い、加工コストが高い、また一般的な Ti 合金ではバナジウム (V)、モリブデン (Mo)、ジルコニウム (Zr) などの高価・希少な元素が合金添加元素として多用されているためである。しかし、比強度特性に優れ、また耐食性に優れることから、航空機機体構造材料として Ti 合金は欠かせない材料であり、とりわけ最近では炭素繊維複合材料 (CFRP) との相性の良さから、Ti 合金の需要は拡大している。

一方、Ti 合金の自動車や民生品などの広範囲な分野への普及・展開を考えた場合、低コスト化を実現する新精錬技術の開発、新 Ti 合金の開発・実用化、また生産性を向上させる新プロセスの開発が必要不可欠となる。本稿では、Ti 合金の低廉化と高度化を目指した研究開発について、国内の状況と筆者らが現在行っている取り組みをもとに、①合金開発と組織制御および②加工プロセスと組織予測の観点から紹介する。

*Hiroaki Matsumoto : 工学部 材料創造工学科 准教授
〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20
TEL (087) 864-2406

Ti 合金の合金開発の現状と組織制御

Ti 合金は 1950 年代前半に Ti-6Al-4V (in wt%) が開発・実用化されて以来、 α 型、near- α 型、($\alpha + \beta$) 型、および β 型に分類される数多くの種類が開発されてきた。しかし、自動車部品などの一般工業分野での市場に向けては、安価な Ti 合金の開発が不可欠であり、例えば高価な V の代わりに、Fe や Si を添加する、もしくは酸素や窒素を有効活用する合金設計が行われている。

欧米・欧州と比較して航空機分野が盛んでない日本において、低廉型 Ti 合金の研究開発はより盛んに行われている。産業界においては、高い室温引張強さと純 Ti と同等の優れた熱間加工特性を有する Ti-1Fe-(0.3~0.35O)-(0.005~0.03N) (Super TIX800) 合金²⁾、Ti-6Al-4V と同等な強度特性を有し、熱間加工性に優れる Ti-5Al-1Fe (Super TIX51AF) 合金³⁾、熱間変形抵抗を下げ、室温強度を炭素添加で改善した Ti-4.5Al-4Cr-0.5Fe-0.2C (KS EL-F) 合金⁴⁾、また高強度特性を有しながら冷間でのコイル製造が可能な Ti-4.5Al-2Mo-1.6V-0.5Fe-0.3Si-0.03C (KS Ti-9) 合金⁵⁾などが開発・実用化されている。ごく最近では、高強度・高加工性を有す Ti-2Al-1Fe-1Cu-1Sn-(0.5Cr-0.3Si-0.3O) (Ti-2111S) 合金が開発されている⁶⁾。このように、多種多様な低廉型 Ti 合金が開発されているが、最近の動向は“低コストのユビキタス元素 (例えば、酸素や窒素の有効活用) を必要最小限の種類・量を使用し、不純物を含み組成・組織的に不均一な状態でも特性が発揮される合金設計”に着眼した開発が