

(株) 神戸製鋼所 材料開発センター ○伊藤喜昌 西村孝, 筑波 森口康夫
 三菱重工業 (株) 長崎研究所 弘本晃 大黒貴 植田昭二

1. 緒 言

チタン合金は比強度が大きく、破壊靱性にも優れていることから、高速回転体の構造部材として適している。しかし、13 Cr-Mo 鋼などに比較すると耐振動特性である内部摩擦の点で劣る。そこでチタン合金の内部摩擦の改善を行うために合金組成の検討を行った結果、チタンに全率固溶型 β 安定化元素である V, Mo, Ta などに加え、熱処理すればよいことが判った。さらに、Ti-6Al-4V 合金をベースに Mo 添加を行った結果、2.5% の添加が最適であることが判った。そこで、この Ti-6Al-4V-2.5 Mo 合金について、内部摩擦特性とマイクロ組織、熱処理に起因する相変態の関係ならびにこれらの熱処理後の機械的性質について調べた。

2. 実験方法

供試材は消耗電極式二重アーク溶解法にて溶製した 140 kg 鋳塊を、 β 鍛造および $\alpha-\beta$ 鍛造し、16 mm 丸棒とした。マイクロ組織の影響を見るために、 $\alpha-\beta$ 鍛造および熱処理により 1) 微細等軸 α , 2) 粗粒等軸 α , 3) 変形 β 粒および 4) 針状 α 組織の 4 種類とした。熱処理は β 変態点 ($T_\beta = 925^\circ\text{C}$) を含む $750^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$ で溶体化を行い、WQ, OQ, AC の各処理を行った。内部摩擦は板状試験片 ($2^t \times 10^W \times 90^L \text{ mm}$, 振動数 約 1000 Hz) を用い、溶体化のみおよび溶体化後の熱的安定性をみるために、さらに $100, 150$ および 200°C にそれぞれ低温時効した後についても測定した。また、音叉型試験片による内部摩擦測定も行った。機械的性質は引張性質について ASTM 型試験片を用い、各低温時効後試験を行った。相変態についてはマイクロ組織および X 線回折より調べた。

3. 実験結果および考察

1) 内部摩擦は溶体化温度に大きく依存しており、 β 変態点以下 $50 \sim 100^\circ\text{C}$ で溶体化焼入れを行った場合最も高い内部摩擦が得られ (Fig. 1), 焼入れ速度が大きいほどその値は大きかった。また、マイクロ組織については α 相が微細なほど内部摩擦は高い傾向であった。

2) 内部摩擦の高い熱処理条件では $\beta \rightarrow \alpha''$ 変態による α'' 相量が多く存在し、 α 相, β 相および α'' 相の 3 相共存状態が内部摩擦を向上させていると考えられる。

3) 内部摩擦の熱的安定性は $840 \sim 860^\circ\text{C}$ で溶体化、焼入れの場合最も良かった。X 線回折の結果、この熱処理条件では α'' 相が安定した構造を有しており、 α 相中の β 安定化元素濃度がこの安定化に寄与していると思われる。

4) 引張性質は高内部摩擦のための溶体化処理のみでは不安定 β 相に起因すると思われる応力誘起変態のため低耐力を示したが、 250°C 低温時効後は安定化することから、耐力は $60 \sim 75 \text{ kgf/mm}^2$ まで回復した。(Fig. 2) 一方、引張強さ、伸び、絞りには大きな変化がなかった。

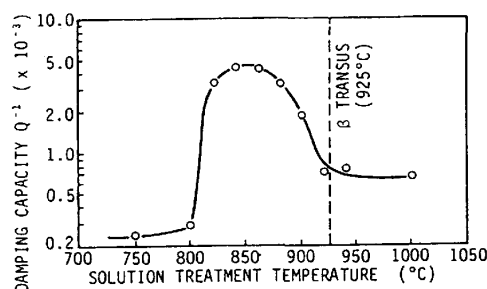


Fig. 1: Effect of solution treatment temperature on material damping of Ti-6Al-4V-2.5Mo alloy

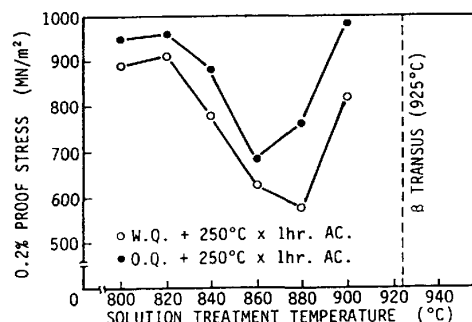


Fig. 2: Effect of solution treatment conditions on 0.2% proof stress of Ti-6Al-4V-2.5Mo alloy