

(704) 電気抵抗率測定法によるチタン合金の β 変態点の決定と β 変態点推定式の確立

日本鋼管中央研究所 ○小川 厚 高坂洋司 大内千秋

1. 緒言

チタンは、Al、Sn、V、Mo等の合金元素を添加することにより、高強度合金や高耐食性合金として実用に供されているが、その諸特性は加工熱処理や熱処理条件に大きく影響され、特に β 変態点はそれらの諸条件を決定する上において重要なパラメータとなっている。この β 変態点の測定には、ミクロ組織観察法、示差熱分析法、Dilatometric法等が用いられているが、それぞれ一長一短がある。一方、昇温時の電気抵抗率の変化から β 変態点を決定する方法は、簡便である上に非常に明確に β 及び α 変態点の測定ができる。本研究では、各種チタン合金の β 変態点の推定式の確立を目的に、この電気抵抗率測定法により、各種合金元素の β 変態点に及ぼす影響の定量的把握を行った。

2. 実験方法

供試材は、アルゴンアーク溶解炉にて溶製したTi-X二元系合金および三元系以上の多元系合金である。Ti-6Al-4V合金等の実用合金も併せて供試材とした。熱間圧延および焼鈍を施したこれらの供試材から、 $2 \times 2 \times 50$ (mm)の電気抵抗率測定用試料を採取した。これらの試料を真空下において一定昇温速度にて連続昇温し、この際の電気抵抗率の変化を四端子法(定電流: 0.01A)により測定し、これより β および α 変態点を決定した。なお、用いた装置はマイコンによる自動計測とデータ処理機能を有する。

3. 実験結果

(1) 純チタン(JIS1種)用いて、 β 変態点に及ぼす昇温速度の影響を調べたが、10K/min以下の昇温速度においては、昇温速度によらず一定の β 変態点が得られた。また、試料中への酸素の侵入を抑制するためには、 2×10^{-5} Torr以下の真空度で加熱することが必要である。

(2) Fig. 1には、一例としてTi-Al二元系合金(Al=3.3~9.2wt.%)の昇温時の電気抵抗率の変化を示す。 α 相安定化元素であるAlの添加による β 変態点の上昇が、極めて明確に測定できる。

(3) Al、Sn、Zr、V、Mo等の添加に伴う、Ti二元系合金の β 変態点の変化をFig. 2に示す。V、Mo、Cr等の β 相安定化元素はもちろん、中性元素に分類されるSn、Zrも僅かではあるが β 変態点を下げる。

(4) これら二元系合金のデータより、 β 変態点は(1)式により示される。三元系以上の合金については、(1)式を一部修正することにより β 変態点が推定できる。

$$T_{\beta} = 895.5 + 122.0 + 20.6(\text{Al}) - 1.5(\text{Sn}) - 5.1(\text{Zr}) - 10.3(\text{Mo}) - 14.7(\text{V}) - 16.7(\text{Cr}) - 18.0(\text{Fe}) - 7.9(\text{Nb}) - 18.2(\text{Mn}) \quad : \quad (\text{元素名}) \text{ は、wt.} \% \quad \dots \quad (1)$$

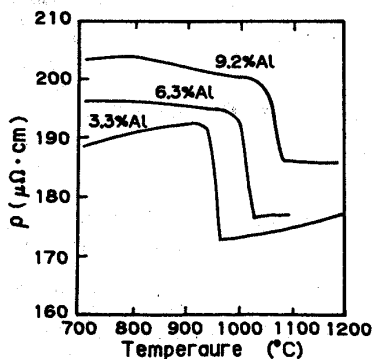


Fig.1 Change of electric resistivity during reheating by 5K/min in Ti-Al alloys.

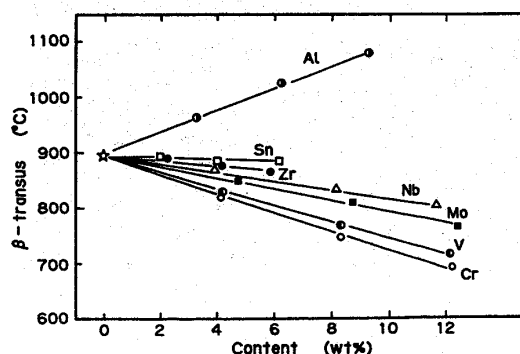


Fig.2 Effect of alloying element on β -transus temperature in Ti-X alloy system.