

(755)

Ti-10V-2Fe-3Al 合金の高温変形挙動

日本鋼管(株)中央研究所 ○小川 厚 大内千秋

1. 緒言

Ti-10%V-2%Fe-3%Al合金は準安定β型チタン合金に分類され、その優れた比強度および加工性から今後宇宙航空産業の発展に伴って需要が増大することが期待されている。本合金は熱間圧延、熱間鍛造あるいは恒温鍛造などの加工プロセスにより製造されるため、低歪速度から高歪速度までの広い歪速度範囲にわたってその変形挙動を把握することが必要となってくる。そこで歪速度可変の圧縮加工装置により、本合金のβ域およびα+β域での高温変形挙動について検討を行った。

2. 実験方法

供試材はアルゴンアーク炉にて溶製したTi-10V-2Fe-3Al合金で、その化学成分をTable 1に示す。この供試材を熱間圧延後、6φ×10の試験片を採取し、熱間加工再現試験装置にて1100℃に加熱、700~1100℃の各温度において $\dot{\epsilon} = 10^{-3} \sim 10 \text{ s}^{-1}$, $\epsilon = 0.6$ の圧縮変形を与えた。また加工後試験片を急冷し、マイクロ組織の観察を行った。なお本合金のβ変態点は800℃である。

3. 実験結果

① β域である900℃加工において変形応力は変形開始直後に鋭いピークを示す(Figure 1)。このピークはβ相に固溶した合金元素による高温降伏現象であると考えられ、その後急激に軟化し、定常応力変形に移行する傾向を示す。一方α+β域である700℃加工においては900℃加工の場合のような鋭いピークを示さず、徐々に定常応力変形に移行している。

② 本合金は、高歪速度変形の場合、Ti-6Al-4V合金に比べて900℃以下の低温域で低い変形応力を示す(Figure 2)。すなわち本合金は、α+β域での圧延・鍛造がより容易である。

③ 本合金の変形応力の歪速度依存性は $\dot{\epsilon} \lesssim 10^{-1} \text{ s}^{-1}$ において特に顕著で、 $\dot{\epsilon} = 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ 以下での変形応力は700℃加工においても $10 \text{ kgf}/\text{mm}^2$ 以下と非常に小さく、恒温鍛造を行う上で有利となる。

④ $\epsilon = 0.2$ での変形応力を $\dot{\epsilon} = A \sigma^n \exp(-Q/RT)$ によって整理し、n値および活性化エネルギーを求めた(Figure 3, Table 2)。

Table 2 n-value and activation energy.

	$\dot{\epsilon} \lesssim 10^{-1} \text{ s}^{-1}$	$\dot{\epsilon} \gtrsim 10^{-1} \text{ s}^{-1}$
n-value	3.0	5.9
Q(kcal/mol)	25.6	50.4

Table 1 Chemical composition (wt%)

V	Fe	Al	O	C	N	H	Ti
10.13	2.03	3.12	0.097	0.012	0.015	0.014	bal.

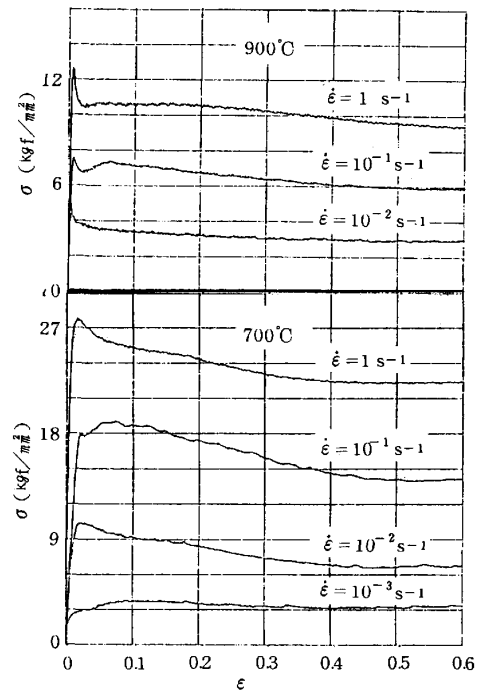


Figure 1. The change of stress-strain curve with temperature and strain rate.

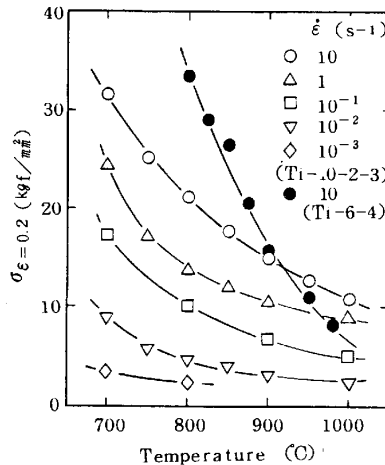


Figure 2. Effect of temperature and strain rate on flow stress.

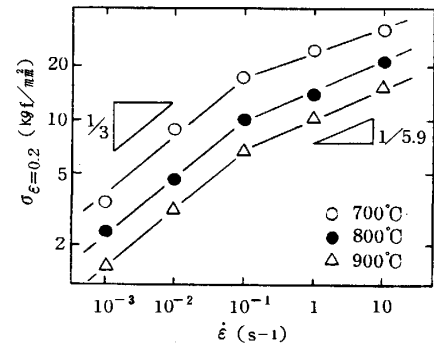


Figure 3. The change of flow stress with strain rate.