

(741) Ti-6%Al-4%V合金の強度に及ぼす組織の影響

日本鋼管(株)中央研究所 ○末永博義 大内千秋

1. 緒言

Ti-6%Al-4%V合金を代表とする $\alpha + \beta$ 型チタン合金は溶体化時効処理(STA処理)を施して使用される場合が多い。この場合得られる等軸 α 晶と α' マルテンサイト晶の二相組織の強度は熱間加工、熱処理条件の影響を強く受ける。本研究ではTi-6%Al-4%V合金の溶体化の温度、時間及び化学成分を変化させることで、両相の粒径($\bar{D}_\alpha, \bar{D}_{\alpha'}$)、体積率($f_{V(\alpha)}, f_{V(\alpha')}$)及び硬度($H_{V(\alpha)}, H_{V(\alpha')}$)を変化させ、引張強度と各組織因子の定量的関係の把握を試みた。

2. 実験方法

供試材はTi-6.50%Al-4.20%V-0.28%Fe-0.14%O-0.0037%H-0.004%C-0.0139%N合金であり、VAR溶製インゴットを β 域で鍛造後、 $\alpha + \beta$ 域で仕上圧延(圧下比5.3)を行うことにより作成した。 α 晶粒径の調整は950°C溶体化温度での溶体化時間を0.5hrから100hrと変化させることにより行い、 α 晶粒径を3.4 μm から15.2 μm に調整した。一方、溶体化温度を905°Cから960°C(溶体化時間1.5hr)の範囲で変化させ、 α, α' 両相の体積率と硬度の調整を行った。この場合 $f_{V(\alpha)}, H_{V(\alpha)}, H_{V(\alpha')}$ はそれぞれ59~30%, 296~326, 402~386に変化した。又、一部添加元素をSpec上限まで添加した材料を溶製し、強度に及ぼす α, α' 両相の硬度の影響を調査した。尚、時効条件は538°C \times 8hrである。 α, α' 両相のマトリックス硬度は荷重5gの微小硬度計で測定し、粒径及び体積率は線分法により測定した。

3. 実験結果

(1)YS, TSは溶体化時間の増大と共に低下し、又、 \bar{D}_α は溶体化時間の増大と共に成長し $\bar{D}_\alpha(\mu m) = 0.56 \times t^{0.26}$ と記述され4乗則が成立する。(Fig.1) この場合溶体化時間による両相の体積率、硬度の変化は認められない。

(2)強度と α 粒径の間にPetchの関係、 $YS(TS) \propto Ky \bar{D}_\alpha^{-1/2}$ が成立し、Kyの値として0.33が得られた。すなわち細粒強化の寄与は小さい。

(3)YS, TSは溶体化温度の上昇と共に上昇する。これは高硬度を有する α' 晶の体積率の増大に起因する。(Fig.2)

(4)強度はAl, V, O添加量の増加により上昇する。この場合、 α, α' 両相の硬度の上昇が認められる。

(5)強度は α 粒径を考慮した以下の混合則により記述される。(Fig.3)

$$TS = 0.3(H_{V(\alpha)} \times f_{V(\alpha)} + H_{V(\alpha')} \times f_{V(\alpha')}) + 0.33 \bar{D}_\alpha^{-1/2} + 6.11 \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

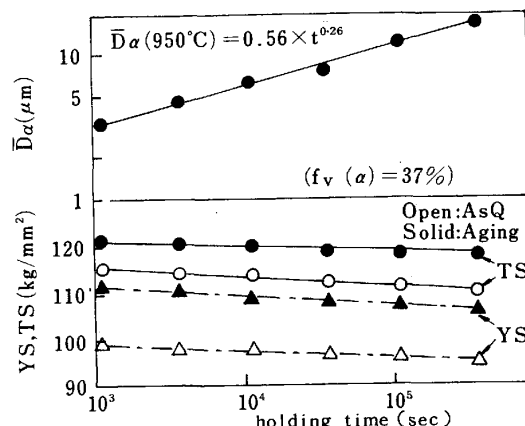


Fig.1 The change of TS, YS, \bar{D}_α with holding time

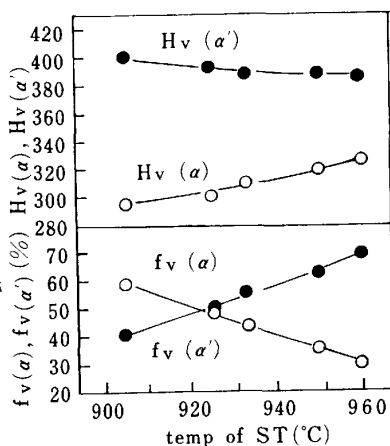


Fig.2 The relationship between H_V, f_V and temp.(ST)

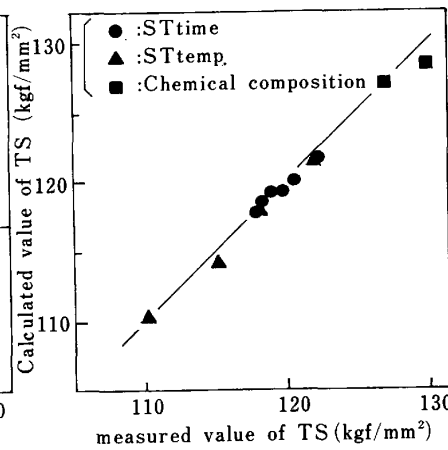


Fig.3 The relationship between TS and TS(cal.)