

(698) Ti-V系ベータ合金の機械的性質に及ぼすAl添加の影響

大同特殊鋼(株) 中央研究所 ○大宝雄蔵

1. 緒言

β 型チタン合金の基本系の1つであるTi-V系において実用的に採用されているAl添加の影響を機械的性質の時効温度に対する依存性の観点から調べた報告はほとんど見当らない。準安定 β 相の等温時効においては低温域(400℃以下)では ω 相が析出し、高温域(400℃以上)では α 相が析出するが、合金の β 安定度(V量)および共存する α 安定化元素のAl量が時効後の機械的性質に及ぼす影響を明らかにし高強度・高延性の β 合金設計の指針を得ることを試みた。

2. 実験方法

V含有量が13-22%, Alが4-6%のTi-V, およびTi-V-Al系の7種の合金をプラズマによりスカル溶解・鋳造し(5~10kg)、鍛造後 ϕ 16mmに圧延して供試材とした。化学組成を表1に示す。溶体化(ST)処理を各合金の β 変態点直上の650-800℃で行い、冷間加工性を75%減面のスウェージ加工での割れの有無で評価した。溶体化後の時効(STA)を250-650℃で4hおよび32h行い、室温での引張試験および硬さ測定を行った。また、組織学的調査をレプリカ、X線分析等で行った。

3. 実験結果と考察

(1) ST状態で100% β 相が得られる合金はTi-19, 23%V, およびTi-22V-4Al, Ti-22V-6Al合金である。

(2) 冷間加工性は(1)のうちTi-19%Vのみが不良である(表2-(b))。

(3) β 相に対するAlの固溶強化は α に対するよりも極めて小さい。

(4) (1)の2元系合金では250~400℃の低温時効後に引張延性が著しく低下するが、Al含有合金では延性が保持され、またAlが高いほど低温時効後の延性は高くなる(図1, 表2-(d))。

(5) 2元系合金では時効硬さピークは低温時効に対してのみ現われ(350℃)るが、(1)のAl含有の3元系では高温時効の硬さピーク(450℃)も現れる(表2-(c))。

(6) 低温時効のピーク温度はAlの添加によりより低温になり

(300℃), また高Alほどピーク硬さは低くなる(表2-(c))。これはAlの添加により ω 相生成反応が抑制されるためと考えられる。

(7) (1)の3元系の高温時効のピーク硬さは高Alほど高くなる

(表2-(c), 図1)。これは α 相の析出速度および量が高Alほど増大するためと考えられる。

(8) Ti-23VのSTA材の最大引張強さとその時の延性は、4%Al添加により強度は同程度であるが延性は大きく向上する。さらに5.5%のAl添加により最大強度は増大するが延性は4%Al材よりも低下する(表2-(e), 図1)。

Tab. 1. Chemical compositions (wt%).

Alloy	V	Al	O	Ti
A	12.83	0.013	0.071	bal.
B	19.23	0.014	0.050	bal.
C	23.02	0.016	0.066	bal.
D	13.42	3.79	0.077	bal.
E	15.64	3.78	0.069	bal.
F	22.10	4.06	0.058	bal.
G	21.75	5.54	0.082	bal.

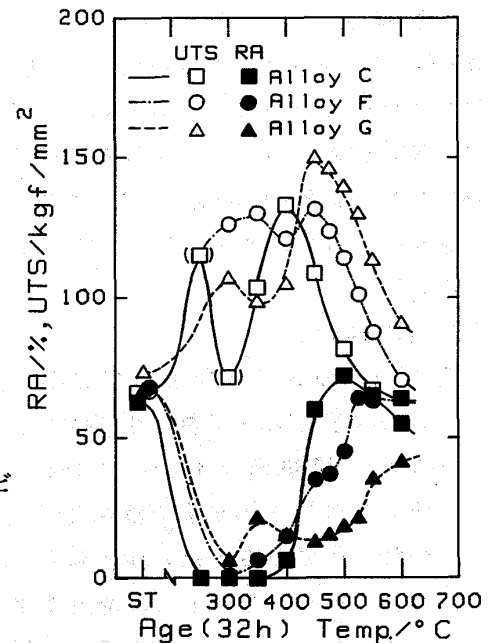


Fig. 1. The effect of Al additions on the tensile properties of Ti-22 and 23% V beta alloys.

Tab. 2. Summary of properties of Ti-V and Ti-V-Al alloys.

Alloy	(a) as ST		(b) Cold workability in ST	(c) Peak age		(d) Age T range for brittleness (°C)	(e) Max UTS for 32h age		
	UTS (kgf/mm²)	RA (%)		T (°C)	HRC		UTS (kgf/mm²)	RA (%)	T (°C)
A (Ti-13 V)	88	5	poor	350	44	250 - 400	121	2.5	450
B (Ti-19 V)	72	72	poor	350	46.5	250 - 400	119	8.5	450
C (Ti-23 V)	66	63	good	350	46.6	250 - 350	133	11	400
D (Ti-13 V-4 Al)	89	54	poor	450	45.1	400 - 450	143	1.5	500
E (Ti-16 V-4 Al)	79	60	poor	300	41.5	300 - 450	141	8	500
				450	43.8				
F (Ti-22 V-4 Al)	67	68	good	300	41.3	not present	131	35	450
				450	39.5				
G (Ti-22 V-6 Al)	73	55	good	300	34.5	not present	150	12	450
				450	44.2				