

(株)日立製作所 日立研究所 加藤光雄 梶原良一 和知 弘
舟本孝雄 志田朝彦

Diffusion Welding of Ti-Pd Alloy

By Mistuo Katou, Ryoichi Kajiwara, Hiroshi Wachi, Takao Funamoto, and Tomohiko Sida

1. 緒 言

耐食性に優れたチタン及びチタン合金のろう付けや拡散接合は、広く研究されている。数十 μm オーダーの薄肉構造チタン合金製部品を接合した場合、接合時に雰囲気から酸素、窒素などの侵入型元素を吸収し材質変化が顕著に現われ、接合後所定の性能が得られない恐れがある。そこで本研究では、接合時の材質変化(温度、時間、板厚の影響)を検討し、その結果を基に拡散接合性(接合温度の影響)について検討した。

2. 供試材及び実験方法

表1は供試材の化学組成と機械的性質を示す。供試材は α 型チタン合金であるTi-0.17Pd合金(以下Ti-Pd合金と略す)であり、板厚は0.05,

0.1, 10mmである。接合母材は接合面を#1500のエメリ-紙で研磨した試験片(25mm \times 25mm \times 10mm)を用いた。インサート材は超塑性を示し、 β 相を含む α - β 型チタン合金であるTi-6Al-4V合金(25mm \times 25mm \times 1mm)を用いた。拡散接合は母材同士の直接接合と母材間にインサート材を介した間接接合の方法で行った。

表2は熱処理及び拡散接合条件を示す。熱処理は接合時の材質変化を調査するために真空度を 5.2×10^{-4} Pa(処理温度時)一定とし、温度(1073~1273K)と時間(0.9~10.8ks)を変化させた。拡散接合は接合変形を考慮して加圧力(5MPa)、接合時間(3.6ks)及び真空度(5.2×10^{-4} Pa)を一定とし、接合温度(1023~1173K)を変化させた。

接合継手の性能評価は、引張試験、接合率測定、組織観察及びEPMAによる元素分析を行った。接合率は接合長さ(25mm)-欠陥長さ/接合長さ $\times 100(\%)$ で表した。

Table 1 Chemical composition and mechanical properties

	Chemical composition (mass%)								T.S. (MPa)	EL. (%)	Thickness (mm)
	Ti	Al	V	Pd	Fe	H	O	N			
Base metal	Bal.	—	—	0.17	0.04	0.002	0.10	0.003	411	52	10.0 0.1 0.05
Insert metal	Bal.	6.2	4.2	—	0.17	0.009	0.13	0.009	990	17	1.0

Table 2 Heat treatment and diffusion welding condition

	Temperature (K)	Holding time (ks)	Pressure (MPa)	Atmosphere (Pa)
Heat treatment	1073~1273	0.9~10.8	—	5.2×10^{-4}
Diffusion welding	1023~1173	3.6	5	5.2×10^{-4}

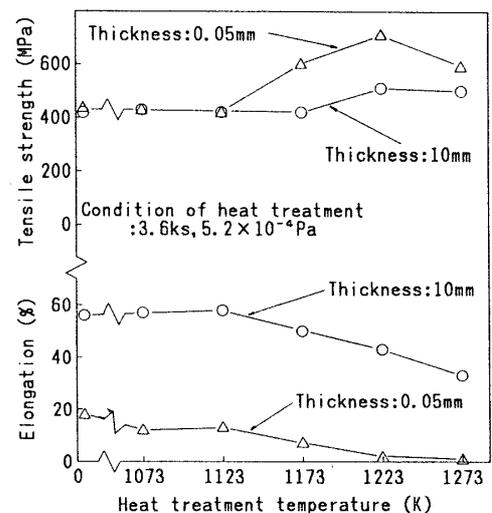


Fig.1 Effect of strength on heat treatment temperature and thickness

3. 実験結果及びその検討

3.1 Ti-Pd合金の材質変化

図1は機械的性質に及ぼす熱処理温度, 板厚の影響を示す。厚板材(10mm)は熱処理温度1223K以上になると引張強さが増加し、逆に伸びが熱処理温度1173K以上になると減少する。薄板材(0.05mm)は熱処理温度1173K以上になると引張強さが増加し、逆に伸びが減少する。Ti-Pd合金は厚板材に比べ薄板材の方が延性が低下することがわかった。この延性低下は真空加熱中の酸素の吸収及び結晶粒の粗大化によると考えることができ、薄板材の拡散接合時の接合温度は1123K以下とする必要がある。

図2は機械的性質に及ぼす熱処理時間, 板厚の影響を示す。Ti-Pd合金は板厚に関係なく、熱処理時間が10.8ksでも機械的性質が変化しておらず、温度1123Kの場合は接合時間による延性の低下が少ない。

3.2 Ti-Pd合金の拡散接合

図3は拡散接合部の接合率と接合温度の関係を示す。インサート材を用いない直接接合部では、接合温度の上昇とともに接合率も増加するが、接合欠陥が発生し健全な接合部を得ることができない。これに対してインサート材(Ti-6Al-4V合金)を用いた間接接合部では、接合温度1123K以上で接合欠陥のない健全な接合部が得られた。

図4は間接接合継手の機械的性質と接合温度の関係を示す。インサート材を用いた間接接合継手は接合温度1123K以上で母材破断を呈し、引張強さが母材並(約420MPa)であったが、伸びが母材(約57%)に比べ約20%程度低い。

4. 結 言

- 1) Ti-Pd合金薄板材の拡散接合は温度1173K以上で材質劣化するため接合温度を1123K以下とする必要があるが、接合時間の影響は少ない。
- 2) 直接接合よりもインサート材を用いた間接接合のほうが健全な接合部が得られた。

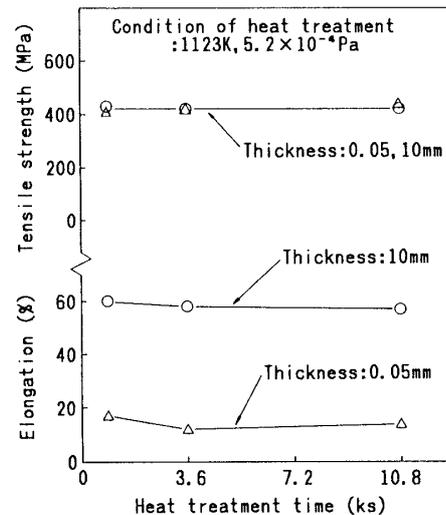


Fig. 2 Effect of strength on heat treatment time and thickness

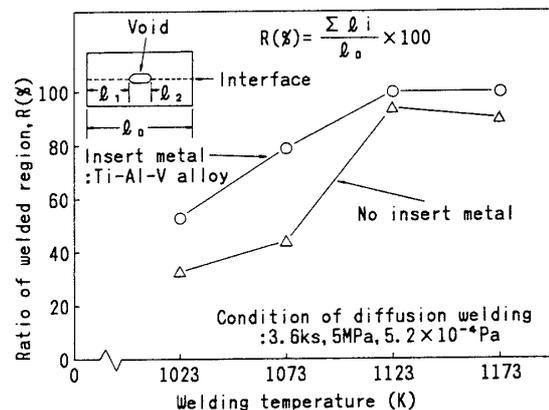


Fig. 3 Effect of welding temperature on ratio of welded region

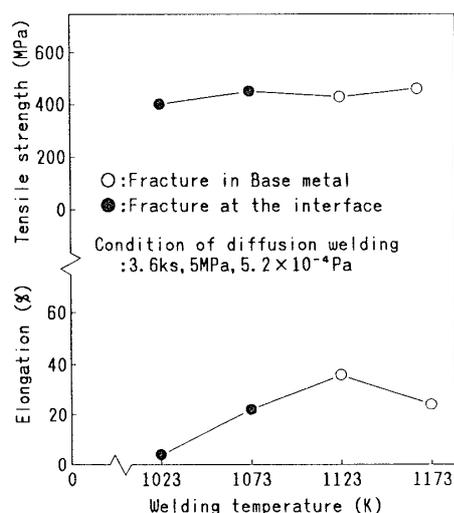


Fig. 4 Effect of welding temperature on welding strength of diffusion welded joint with insert metal