

(861) 圧延チタンクラッド鋼の開発 (第1報)

接合界面の構造

住友金属工業株式会社 総合技術研究所 ○日野谷 重晴, 大森 靖也

1. 緒言

Tiと鉄鋼材料を高温で拡散接合すると接合界面で金属間化合物や炭化物が析出し十分に高い接合強度が得られないことが多い。一般にこのようなクラッド材料の製造においては中間材(インサート材)を用いて析出相の生成を抑制するが、Tiと鋼の場合その何れにも全率固溶する元素は極めて少ない。そこでTiクラッド鋼の製造に関する基本的な考え方を得るためにインサート金属とTiとの界面反応を検討した。

2. 実験方法

インサート金属として、Ni,Cu,Fe-0.003%Cを、純チタンとして工業用純チタンを用いた。この供試材より機械加工した試料をFig. 1のように積層し、初期圧 58MNm^{-2} で加圧しながら 5×10^{-4} Torrの真空中で $700 \sim 900^\circ\text{C}$ の温度範囲に加熱し、温度と時間による界面構造の変化をSEM, TEM, STEM/EDX)を用いて調査した。

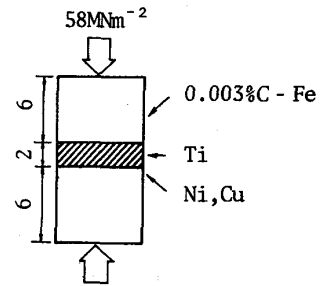


Fig. 1 Stacking of specimens in diffusion bonding

3. 実験結果

(1) Ni,Cu,FeはTiのβ安定化元素であり、検討した温度範囲においてこれら金属のTi中への拡散によってα-Ti(hcp)からβ-Ti(bcc)への変態を生じる。このため例えばTi/Ni界面においては冷却後widmannstaetten状α-TiとNiの濃化したβ相からα-TiとTi₂Niがパーライト状に変態した組織やFig. 2に示すような金属間化合物が接合界面に沿って観察される。

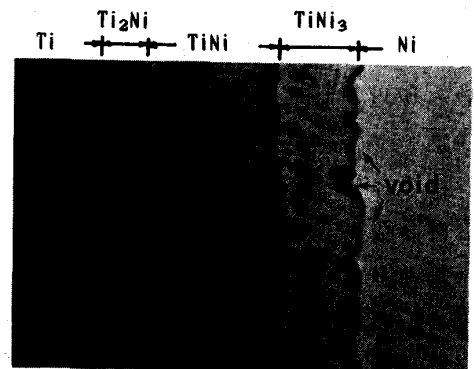


Fig. 2 Intermetallic compound layers at the Ti/Ni interface

(2) Ti中のβ/α界面は温度と時間によって移動し、その成長はNi>Fe>Cuの順で、Ti/Ni界面で最も速い。また界面の移動はインサート金属間のα-Ti中での拡散よりβ-Ti中での拡散によって律則される。

(3) したがってこのTiのαからβへの変態はインサート金属のTi中への拡散を助長し、NiやCuのように結晶構造がfccと最密構造である場合には逆にTiのこれらの金属中への拡散が遅いためKirkendall効果によってFig. 2に示すようなボイドが接合界面に沿って生成し、このボイドでの剝離ワレを生じる(Fig. 3)。

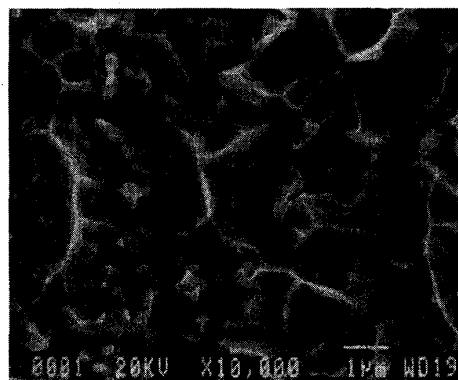


Fig. 3 Separation at voids caused by Kirkendall effect

(4) 金属間化合物層の成長はFig. 4に示すようにCu>Ni>Feの順となりTi/Fe界面における金属間化合物の成長が著しくおそい。

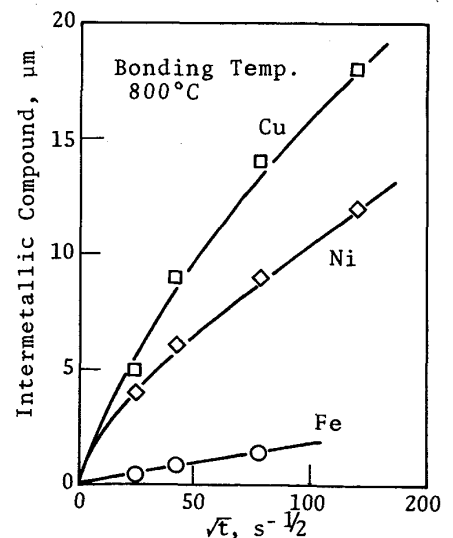


Fig. 4 Growth of intermetallic compounds at the bonding interfaces