

チタンとステンレス鋼の接合技術の研究

清高 稔勝

材料開発部

Study on Joining of Titanium to Stenless steel

Toshikatsu Kiyotaka

Material Development Division

1. はじめに

ステンレス鋼は、耐食性・耐熱性の目的で各種機械器具や容器類に利用されている。またチタンは、軽量化や耐食性の観点から近年各種構造物に利用されている。特に海水の耐食性では、チタン材はステンレス鋼に比較して優位にあるため海洋構造物では、チタンとステンレス鋼が共に利用されているが、その接合法が課題となっている。

チタンとステンレス鋼の接合法としては、ろう接による方法があるが、継手強度が母材強度に至らない欠点がある。また固相接合では、界面に脆弱な反応層が生成され、健全な継手を得るためには、インサート材等の組合わせによる工夫が必要である。

今回、短時間・低温度焼結が可能な放電プラズマ焼結機及び比較のため真空ホットプレス装置を使用して、ステンレス鋼とチタンの固相接合の可能性について検討した。

2. 実験方法

接合用材料は、チタンにTP35C、ステンレス鋼にSUS304を使用した。各母材の形状は、14(W)×14(L)×3(T)の板とした。母材接合面は、エメリー研磨紙で#240まで仕上げた。

接合は、Fig. 1に示すように母材の接合面を研磨根が平行になるように板圧方向に重ね、黒鉛性のダイ(放電プラズマ焼結機：内径30mm、真空ホットプレス装置：内径50mm)と試料の反応を防ぐためにアルミナ粉末の中に埋めて行った。

放電プラズマ焼結機による接合実験は、保持温度1023, 1073, 1123Kで保持時間5min及び圧力20Mpaで行った。昇温速度は、保持温度の50K手前まで50K/min、その後保持温度まで25K/minとした。

真空ホットプレス装置による接合は、試料温度の均一化のため保持温度の50K手前で10min間一旦保持し、保持温度1073K、保持時間60min、圧力20Mpaで行った。

また昇温速度は、10K/min一定とした。

昇温開始時の炉内圧力は、放電プラズマ焼結機で6.67 Pa、またホットプレスで 2.67×10^3 Paであった。

作製した接合継手は、精密切断機で垂直切断し、表面を研磨及び腐食した後、硬さ試験と光学顕微鏡観察を行った。

放電プラズマ焼結機による加熱加圧方法は、円筒形の黒鉛製ダイに試料を入れ、上下パンチ電極による通電と加圧により試料の短時間昇温・保持する方法で行った。

真空ホットプレス装置の加圧は、円筒形の黒鉛製ダイに試料を入れ、上パンチによる片押し加圧で行った。また加熱は、試料の周囲に配置した黒鉛性のヒーターによる昇温で、昇温・保持に時間を要した。

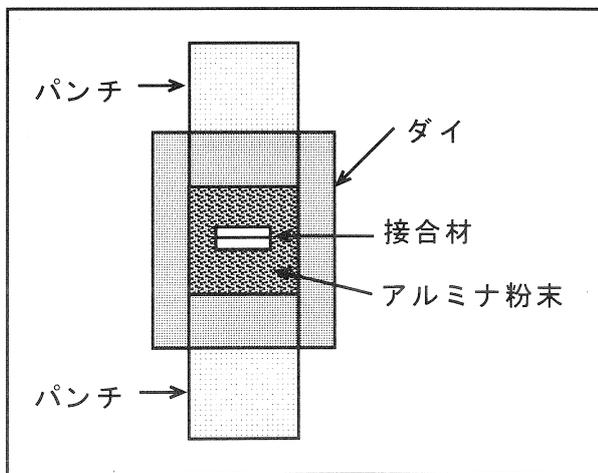


Fig. 1 試料のセット方法(放電プラズマ焼結機)

3. 実験結果及び考察

3.1 接合部の組織

Fig. 2は、放電プラズマ焼結機で温度を変化させて接合した継手接合部、また比較のため真空ホットプレスにより1073Kで接合した継手界面部の組織を示す。

1023Kの接合温度を除いて、チタン-ステンレス鋼接合

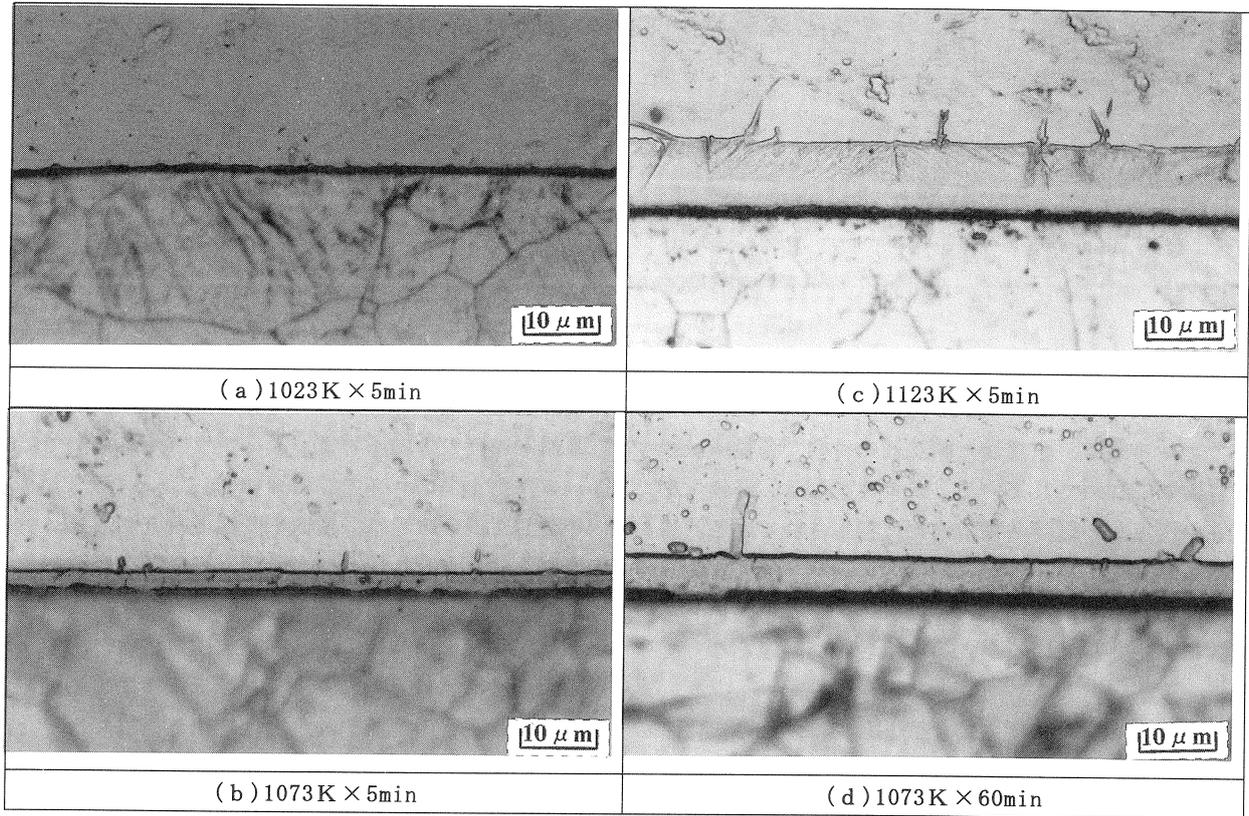


Fig. 2 接合部の組織写真

(a)(b)(c) : 放電プラズマ焼結機, (d) : 真空ホットプレス法

界面に反応層の形成が認められた。この反応層は、界面からチタン側に生成していた。またこの反応層幅は、焼結温度を上げるにより大きくなっていった。

1123Kの接合温度では、反応層内はさらに2領域に別れているのが観察された。

温度1073Kでの真空ホットプレス装置による接合界面は、放電プラズマ焼結機接合に比較して反応層幅は長い、新たな反応層の形成は見られない。接合方法の違いによる比較は、温度・時間・加圧力等の因子の影響を考慮した実験データが、今後必要である。

3.1 接合部の硬さ

接合部断面の母材及び反応層のビッカース硬さをTable 1に示す。真空ホットプレスによる接合法に比較して、放電プラズマ焼結機による接合法の母材硬さが高くなるのが認められた。また反応層の硬さは、HV553~580と非常に硬くなっている。その為この反応層は、大変脆弱な金属間化合物であることが予想される。

今後、継手の強度・反応層の解析・接合因子の影響等について詳細な検討を要する。さらに、放電プラズマ焼結機利用による脆弱な金属間化合物生成の低減効果の有無の解析を、行う必要がある。

Table 1 母材及び反応層の硬さ

(HV0.3, 4点の平均)

接合法	母材		反応層	
	ステンレス鋼	チタン		
放電プラズマ焼結機 1023K	315	143	—	—
放電プラズマ焼結機 1073K	311	151	—	—
放電プラズマ焼結機 1123K	262	162	553	310
真空ホットプレス 1073K	230	133	580	—

4. まとめ

放電プラズマ焼結機と真空ホットプレス装置を使用し、チタンとステンレス鋼の固相接合を行い、断面組織及び硬さを検討した。その結果を要約する。

- ・放電プラズマ焼結機による接合では、反応層幅は、接合温度が高くなると長くなった。
- ・接合部近傍の母材硬さは、放電プラズマ焼結機法が、真空ホットプレス法よりも硬くなった。

参考文献

- 1) 大分県産業科学技術センター研究報告 P75(平成6年)