

異種材料の摩擦接合に関する研究 TiAl 金属間化合物と炭素鋼 S45C の圧接

名古屋大学 工学部
同 大学院
日立金属（株）

篠田 剛
○伴 典高
遠藤 誠一

Friction Welding of Intermetallic Compound and Plain Carbon Steel
Takeshi SHINODA, Noritaka BAN and Seiichi ENDO

1. 緒言

TiAl 金属間化合物は、高温強度や耐腐食性、比強度に優れた軽量耐熱材料として応用が期待されている。しかしながらこの素材は常温延性と熱間加工性が非常に乏しいことから、これらの問題点が改善される事が望まれる。また実際の適用においては従来の鉄鋼等との接合技術が非常に大きな課題になると思われる。本研究は、ブレーキ式縦型摩擦圧接機を用いて TiAl 金属間化合物と一般構造用鋼 S45C との摩擦圧接を行い、冶金的またその他の問題について検討した。特に接合条件と界面性状に注目して、種々の接合パラメータで圧接をし、その接合性について検討した。

2. 実験方法

供試材として、溶製法による TiAl 金属間化合物 (Al 47.5at%) と炭素鋼 S45C を用いた。試験片は丸棒で、直径はすべて 14mm である。圧接にはブレーキ式縦形摩擦圧接機を使用した。本研究ではすべての実験について摩擦時間 t_1 を制御する時間規制によって摩擦圧接を行った。摩擦条件は Table1 に示す。

3. 実験結果

3.1 接合部の組織

摩擦段階で P_1 を高く設定し (78.5MPa 以上)、バリの排出を行ったものは接合部の界面から TiAl 母材にかけてラス状組織に沿って割れが認められた。一方、 P_1 を低く設定すると高い P_1 圧力の時よりも多くの中間層が生成する。この時 TiAl 母材には割れは存在しなかったが、この層の中に微小亀裂が存在している。この中間層は EPMA (Fig. 1) により (Fe-Al-Ti) 三元系合金が生成していると思われる。またビッカース硬度は界面の生成物のところで著しく上昇している事が分かった。(Fig. 2)

3.2 AE による割れ時期の特定

摩擦プロセス中のどの段階で割れが発生するのかを調べるために摩擦圧力を 100 MPa とし、 $t_1=10s$ 後両部材をアプセット無しに切り離す実験を行った。これは P_1 段階で割れを調べるためである。また切り離しはしないがアプセット圧力を加えるものと加えないもので比較した。これは P_2 圧力の影響を調べるためである。

以上の実験から、切り離しを行ったものには割れが無く、 P_2 を加えたもの加えなかった

ものにかかわらず両部材が接触したままのものはTiAl母材に割れが認められた。このことから観察された割れは摩擦圧接プロセス中に発生したものではなく、接合部の冷却過程において発生した割れである可能性が高い。そこでAEセンサーにより特に冷却中の割れについて調査した。部材のほとんど変形しない固定側(TiAl)にAEセンサーとPt-PtRh熱電対を取り付け、測定を行った。これによって冷却開始後(アブセット開始)5~6秒程度、温度が500~600℃付近で割れが生じる事が分かった。(Fig. 3)

3.3 せん断試験結果

せん断試験用の治具を製作しこれを用いて継手のせん断試験を行った。その結果をTable 1に示す。割れの生じなかったもの($P1 \leq 57.1 \text{ MPa}$)のせん断強度は、 $P1 = 35.7 \text{ MPa}$ のときは $t1$ が15秒を境にせん断強度は下降し、 $P2 = 57.1 \text{ MPa}$ のときは $t1$ の増加とともにせん断強度は上昇した。

Table1 Friction welding parameters and result of shear test ($t2=5 \text{ sec}$, $N=2400 \text{ rpm}$)

No	P1 (MPa)	t1 (sec.)	P2 (MPa)	せん断強度 (MPa)
1	35.7	10	185.7	100.3
2	35.7	15	185.7	104.4
3	35.7	20	185.7	82.8
4	57.1	10	185.7	46.9
5	57.1	15	185.7	91.1
6	57.1	20	185.7	125.9
7, 8	78.5	10, 15	185.7	
9, 10	100.0	10, 15	185.7	

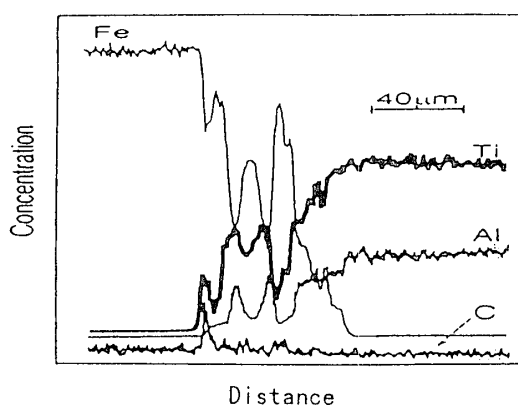


Fig. 1 Distribution of elements detected by EPMA

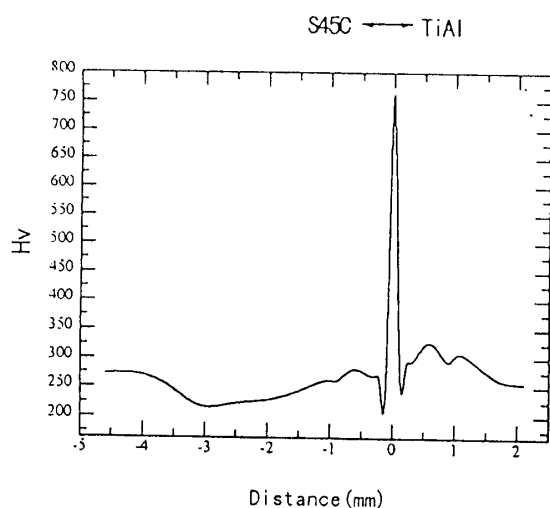


Fig. 2 Microhardness transverse across the friction welded joint (No. 5)

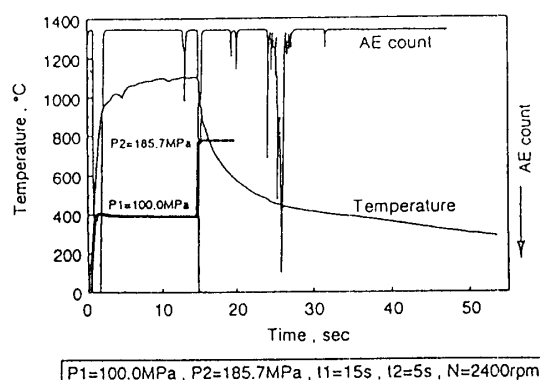


Fig. 3 Result of measuring acoustic emission of friction welds ($P1=100 \text{ MPa}$)