

拡散接合の接合強度に及ぼす 表面突起形状の影響に関する基礎的研究

正 新田 勇 (新潟大)
正 下田 茂 (新潟大)

学 柴平田 直樹 (新潟大院)
正 石橋 達弥 (新潟大)

1. 緒言

拡散接合において表面あらさの変形は接合初期の真実接触面積の増加に密接に関連しており、理論的、実験的研究が進められている¹⁾²⁾。しかし、表面微小突起の形状が接合強度に与える影響について調べた例としては、大橋らによる無酸素銅の円盤と平面の拡散接合についての報告があるのみである³⁾。

そこで本実験では、拡散接合の基礎実験としてオーステナイト系ステンレス鋼SUS304で作られた2次元くさび形突起試験片を用いて拡散接合の実験を行った。そして4点曲げ試験で強度の測定をし、突起頂角、接合温度、接触圧力、接合時間が接合強度に及ぼす影響について検討した。

2. 実験

試験片の成分を表1に、形状と寸法を図1に示す。

表1 成分表

Chemical Components of SUS304(%)						
C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
0.068	0.510	1.230	0.028	0.020	18.31	8.200

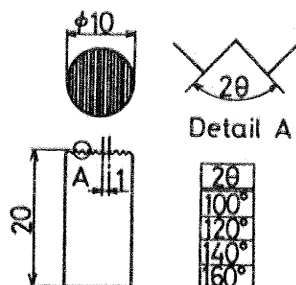


図1 試験片

実験は最初に上部試験片と下部試験片の突起の加工方向が直交するようにセットし、真空を引いた。次に所定の荷重を加えた後、加熱を行い、設定温度到達後、設定時間だけその温度を保持した。その後試験片の温度が室温に下がるまで炉冷し、炉から取り出したままの試験片で4点曲げ強度測定を行った。なお実験条件

は次のようにした。

真空度： 2.7×10^{-2} Pa 以上

接合温度：700, 800, 900, 1000 °C

見掛けの接触圧力：22, 42, 63 MPa

接合時間：60, 180, 1800 sec.

試験片の温度は加熱開始後15分で設定温度に達するようにした。加熱初期においては試験片の熱膨張によって荷重が増加したが、ねじを回して一定荷重になるようにした。また加熱後期においては900°C以上、特に1000°Cでは母材の軟化によって試験片が潰れ、荷重が減少したが、座屈防止のためそれ以上の荷重は加えなかった。

3. 結果及び考察

図2は突起頂角と接合強度の関係、図3は突起頂角と接触面積の関係を示したものである。本実験においては接合温度800°Cより接合が行われた。グラフより、接合温度900°C以下及び接合温度1000°Cの突起頂角が140°以下の試験片では突起頂角が小さいほど接合強度は大きくなっている。これは、突起頂角の小さい方が突起変形に伴う表面の酸化膜破断の量が多く、接触界面での拡散が起こり易かったためと考えられる。

接合温度1000°C、突起頂角160°で接合強度が著しく高くなったのは、突起頂角の大きい試験片は接触点端部未接合部の角度が小さいため、その部分での表面拡散等により接触面積が増加したためと考えられる。接合温度900°Cでは表面拡散等が起こりにくいため接触面積の増加はなかったであろう。

図4は見掛けの接触圧力と接合強度の関係、図5は見掛けの接触圧力と真実接触圧力の関係を示したものである。ここで真実接触圧力とは、加熱終了時の荷重を接触面積で割った値である。なお接合温度900°Cでも1000°Cでも見掛けの接触圧力の増加に伴って接触面積は増加していた。

図4より接合温度1000°Cでは見掛けの接触圧力の増加に伴って接合強度は増加しているが、900°Cでは逆に減少している。これは加圧時に弾性変形して接合していた部分が、除荷時に弾性変形の回復によって離れたためと考えられる。図5より接合温度1000°Cでは真実接触圧力は見掛けの接触圧力が増加してもほぼ一定

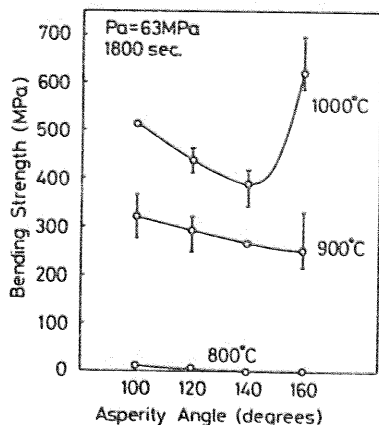


図2 突起頂角と接合強度の関係

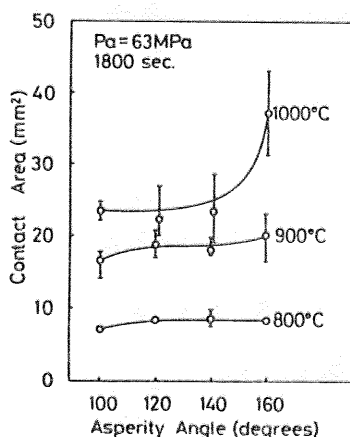


図3 突起頂角と接触面積の関係

であるのに対して、900°Cでは増加している。真実接触圧力の大きいほうが弾性変形量は多く、除荷時に離れる部分も多いため、接合強度が低下したのであろう。また、接合点の端部には切り欠きが生じ、4点曲げ試験の際に応力集中を生じ曲げ破断強度を小さくすると考えられる。

接合時間の違いによる接合強度、接触面積の違いはほとんどなかった。つまり、本実験の場合モデル的な大きな突起を設けたため表面拡散が起こりにくく、温度上昇中及び設定温度到達後1分の間に接触面積の増加がほとんど終了していたということである。

4. 結 言

拡散接合の基礎実験として、くさび形突起試験片に

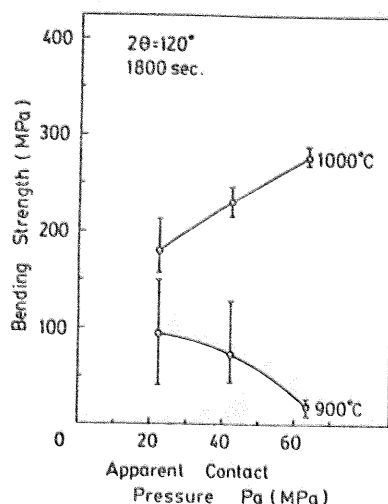


図4 見掛けの接触圧力と接合強度の関係

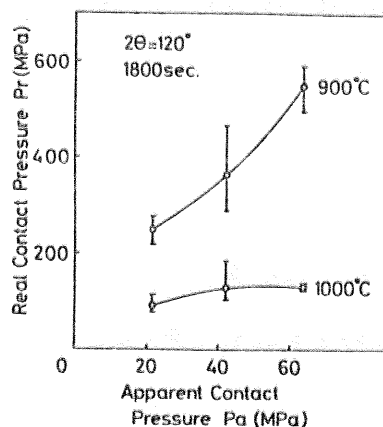


図5 見掛けの接触圧力と真実接触圧力の関係

よる拡散接合を行い、次の結果を得た。

- ① 一般に突起頂角の小さい試験片ほど接合強度は大きくなるが、接合温度によっては突起頂角の大きい試験片で接触面積が大きくなり接合強度が大きくなる。
- ② 接合温度によっては接触圧力を大きくすると接合強度は小さくなる。
- ③ 本実験の実験条件の範囲内では、接合時間の違いは接合強度に影響を及ぼさない。

参考文献

- (1) 西口 他1名 溶接学会論文集 3(1985)303-309
- (2) 円城 他2名 溶接学会誌 51(1982)272-279
- (3) 大橋 他1名 溶接学会誌 45(1976)295-301