

表面活性化接合法の開発

— 真空中での摩擦接合 —

石川島播磨重工業（株） 技術研究所 中村照美
貝原正一郎 荒川敬弘

Development of Surface Activation Bonding

— Friction Bonding under Vacuum —

by Terumi Nakamura, Shoichiro Kaihara and Takahiro Arakawa

1. 緒言

高真空中や高純度のアルゴンガス雰囲気中で材料の表面を活性化すれば、強度や種類によらずに常温付近で低入熱、低変形で同種、異種材料の接合が可能となる。いわゆる常温接合である。本手法は表面活性化が非常に重要な接合因子となる。本報では、本手法を用いた大形試験片の接合を目的として、局部真空中で摩擦による表面活性化を用いた結果について報告する。

2. 実験

2.1 実験方法

高真空中で表面を活性化すれば、酸素の吸着時間が長くなり、活性な面の保持ができる。Fig. 1 に活性面に酸素の単原子層が形成される時間を示す。清浄面の露出時間を1秒以下にすれば、 10^{-3} Paの真空度でも活性な面の接合が可能となる。つまり、接合界面付近だけを局部的に真空状態にすれば接合ができる。そこで、摩擦圧接装置（50000 N、1500 rpm）にFig. 2の局部真空チャンバーを取り付け、真空中で表面を活性化して接合を行った。

2.2 供試材料

供試材料として、①鉄鋼材料（S S 4 0 0、S A 5 3 3）、②T i、③S U S 3 0 4を用いた。これらの材料を $\phi 35 \times 30$ に機械加工し、アセトンで洗浄したのち接合実験を行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 摩擦時間と接合性の関係

鉄鋼材料（S A 5 3 3）の摩擦時間と接合性の結果をFig. 3に示す。 $\phi 35$ mmの試験片を局部真空中で $T_1=0.8$ 秒の摩擦を与えて表面を活性化すれば、バリを発生することなく接合できた。しかし、摩擦時間が0.5秒では未接合部が認められた。 $T_1=0.8$ 秒の接合部の断面をFig. 4に示す。接合界面には約1 mmの熱影響部と、その両側に塑性流動層が認められ、熱影響部はFig. 3に示すように摩擦時間に比例して増加している。

3.2 接合雰囲気の影響

接合雰囲気の影響をFig. 5に示す。真空中では摩擦時間 $T_1=1$ 秒以下でS S 4 0 0の接合が可能になったが、空気中ではわずかに焼き付きが生じただけで接合に至らなかった。真空中では摩擦係数が空気中に比べて大きくなるので、短時間の摩

擦で表面全体が接合できる。しかし、空気中では酸化皮膜を接合界面から押し出すために長時間の回転摩擦が必要となり、発熱量や変形量が大きくなる。

3.3 接合継手のシャルピー衝撃試験

接合継手の性能を評価するために鉄鋼材料（S A 5 3 3）についてシャルピー衝撃試験を行った。試験片はFig. 6 に示す形状とし、接合界面から5 mmのところノッチを入れた。破断は接合界面からではなくノッチ部から生じ、母材と同等の衝撃値が得られた。本接合プロセスによる母材に及ぼす影響範囲の狭いことが確認できた。

3.4 異種材料の接合

T i - S U S 3 0 4 について、 $T_1 = 1$ 秒、 $P_1 = 16$ MPa で局部真空中の摩擦による活性化を行うと、バリを出すことなく接合が可能となった。

1) 著者ら：溶接学会講演概要集、No. 47 (1991)、336-337

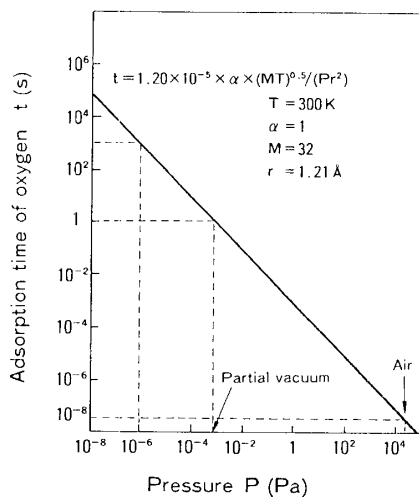


Fig. 1 Relationship between adsorption time of oxygen and atmosphere pressure

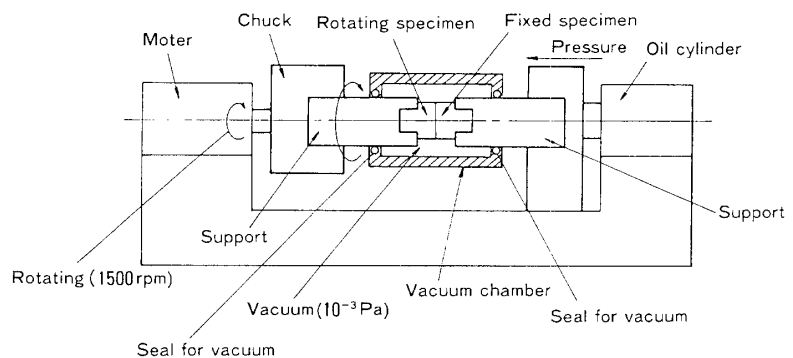


Fig. 2 Schematic illustration of partial vacuum chamber and bonding apparatus

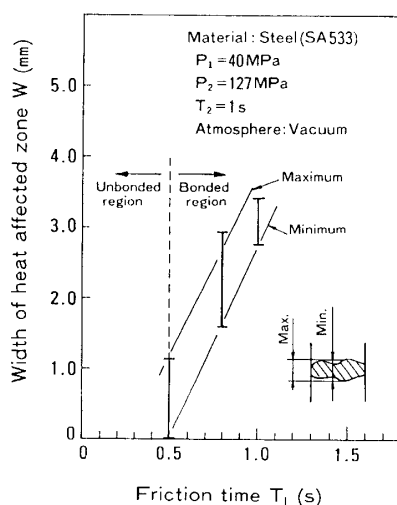


Fig. 3. Effect of friction time on width of heat affected zone

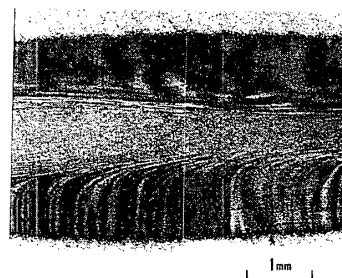


Fig. 4 Cross section of bonded interface

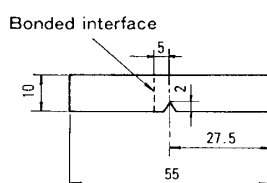


Fig. 6 Shape of Charpy impact test specimen

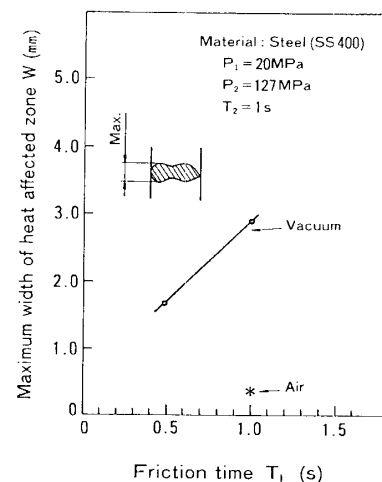


Fig. 5 Effect of atmosphere on maximum width of heat affected zone