

1. 緒 言

摩擦シーム接合は薄板の重ね接合に適した固相接合法であり、5052 アルミニウム合金や AZ31 マグネシウム合金に適用した結果、適正な接合条件を選定することにより実用上十分な強度を有する継手が得られることを報告した¹⁾。

しかし、これらの報告はいずれも大気中で接合したものであり、特にアルミニウム合金を用いた接合は摩擦シーム接合に限らず接合時の熱影響により軟化域が生じ、継手強度を低下させる要因となる。したがって、継手強度をさらに向上させるには接合に際して継手の軟化範囲および軟化割合を継手強度に影響を及ぼさない程度にする必要がある。一方でアルミニウム合金の水中での摩擦圧接によれば、熱影響の幅や軟化割合を低減でき継手強度向上に効果があることが知られている²⁾。

本研究では 6061 アルミニウム合金を用いて水中および大気中で摩擦シーム接合を行い、両者の機械的性質について比較し検討を行った。

2. 供試材および実験方法

供試材には、板厚 1mm の 6061-T6 アルミニウム合金板 ($\sigma_B=314\text{MPa}$, $\delta=11\%$, 121HK0.05) を長さ 130mm, 幅 100mm に機械加工後、接合面を脱脂洗浄して用いた。

実験には FN-II 型摩擦攪拌接合機を使用し、供試材はベッド上に配置した冶具により固定し、接合は供試材の圧延方向と平行とした。実験条件は予備実験より回転数 1000, 1500, 2000rpm, 接合速度 2, 4, 6, 8mm/s, 押込み量 0.5mm, 余熱時間 20s とし、これらの条件を組合せて水中および大気中で行った。回転工具は炭素工具鋼 (SK105) 製とし、直径 10mm の円柱形とした。工具回転方向は時計回りとした。また、摩擦シーム接合は摩擦攪拌接合同様に左右非対称な接合法であるため工具回転方向と接合方向が同一の側を Advancing side (AS), 逆側を Retreating side (RS) と称す。得られた継手の外観観察、組織観察、硬さ試験および引張せん断試験（平行部 30mm）を室温で行った。

3. 実験結果および考察

Fig.1 に継手外観を示す。接合部は接合雰囲気、接合条件に関係なく 5052 アルミニウム合金摩擦シーム接合継手と類似した形状¹⁾を示し、全条件で回転工具径と同程度の円弧状の模様が観察された。また接合部は接合雰囲気と関係なく回転数および接合速度の低い条件ではむしろ状態となった。接合部 RS 側に発生したばりは回転数、接合速度の増加に伴い増大した。水中継手は大気中継手と比較してばりの発生量は減少した。

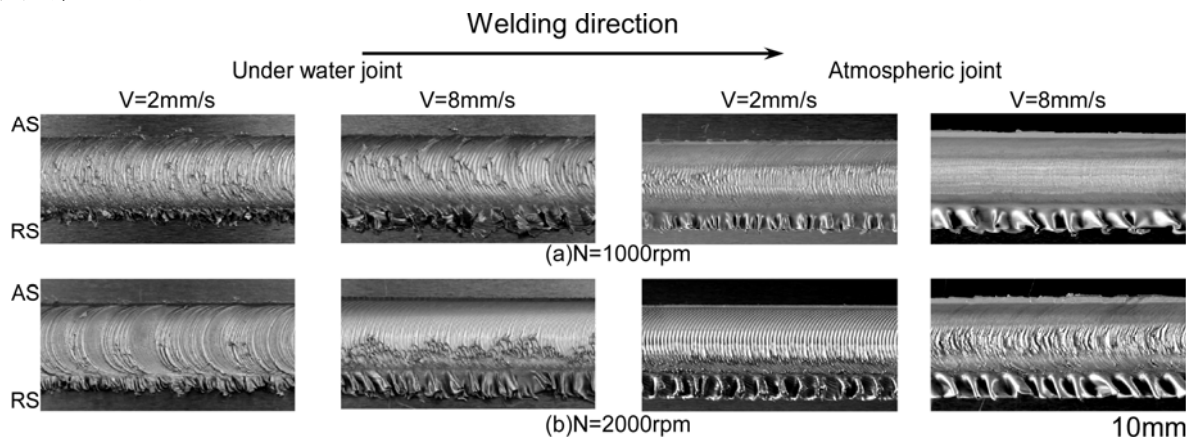


Fig.1 Appearances of joint.

Effect of welding atmosphere on mechanical properties of 6061 aluminum alloy lap joint
by friction seam welding

Chihiro Mizuta and Kazuyoshi Katoh

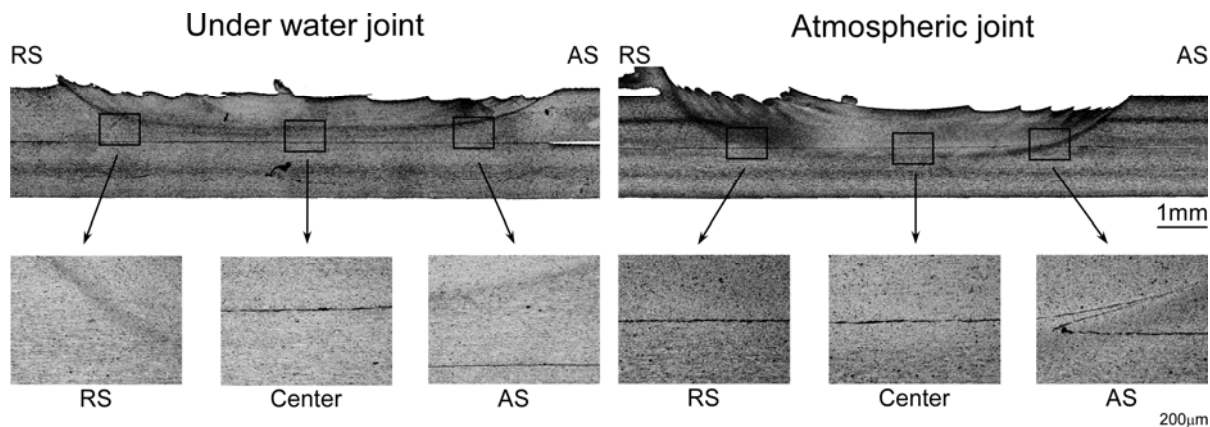


Fig.2 Macro and microstructures of joint.(N=1000rpm , V=8mm/s)

Fig.2 に巨視的および微視的組織を示す。巨視的には全条件で接合欠陥のない健全な継手が得られた。また、全条件で凸レンズ状の熱影響部が観察され、この熱影響部は回転数の増加、接合速度の低下により拡大した。微視的には接合部中央部では工具回転数に関係なく接合界面に変形は認められないが、接合部 AS 側界面に摩擦圧接で観察される機械的混合と類似した組織が観察された³⁾。RS 側ではばりの排出方向に沿って組織の変化が認められた。また、水中継手は回転数および接合速度の低い条件では接合部 AS 側界面の変形は認められなかった。

Fig.3 に継手横断面の板厚中央で測定した硬さ分布を示す。全条件で軟化域が観察され、この軟化域は上板、下板ともに回転工具径と同程度であり、軟化割合は回転速度の増加、接合速度の低下に伴い増大した。この軟化域の硬さには上板と下板に明瞭な差異は認められなかった。また水中継手は大気中継手と比較して全条件で軟化範囲、軟化割合ともに低減した。

Fig.4 に引張せん断試験結果を示す。水中継手で最高引張せん断荷重は回転数 1500rpm、接合速度 8mm/s で最高値約 6.9kN を示し、大気中継手の最高引張せん断荷重（回転数 1000rpm、接合速度 6mm/s）の約 6.6kN に比較して最高引張せん断荷重は水中継手がわずかに高い値を示した。しかし、大気中継手に比較して良好な継手が得られる範囲が減少した。破断は水中継手で回転数 1000rpm、接合速度 4, 6mm/s の条件は剥離破断したが、他の条件では接合部近傍の熱影響部内の軟化域で破断した。

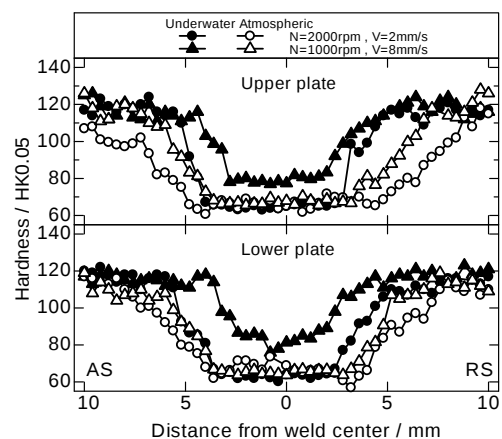


Fig.3 Hardness distributions of joints.

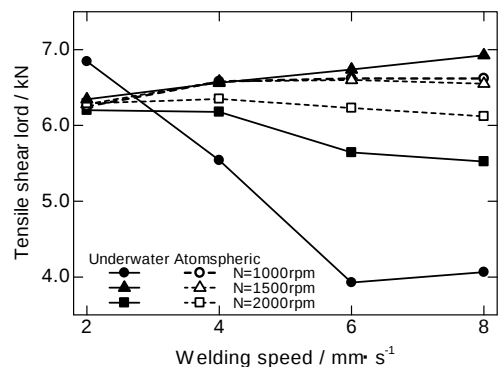


Fig.4 Results of tensile shear tested.

参考文献

- 1) 例えば、加藤数良, 時末 光, 三浦紘一郎: 5052 アルミニウム合金重ね摩擦シーム接合継手の組織と機械的性質: 軽金属溶接, 45, (2007), 14.
- 2) 桜田大輔, 加藤数良, 時末 光: 6061 アルミニウム合金の水中圧接: 軽金属, 52, 1, (2002), 2.
- 3) 不破野裕崇, 加藤数良, 時末 光: 5052-2017 アルミニウム合金摩擦圧接継手接合界面の機械的混合層と機械的性質: 軽金属, 50, 4, (2000), 157.