1-38

5052 アルミニウム合金突合せ摩擦シーム接合継手の機械的性質

日大生産工	(院)	〇水田	知宏
日大生産工	(院)	背尾	直彦

日大生産工 仲間 ㅈ

加藤 数良

1. 緒 言

環境負荷低減を目的に輸送機器の軽量 化が進められており,その一つの方法とし て軽金属材料への転換が行われている.こ れのためには接合が不可欠である.しかし, アルミニウム合金のような熱伝導性、電気 伝導性の高い材料の溶融溶接には問題点も 多く,軽金属材料の接合には不向きである. そこで著者らは薄板の接合に適した接合法 として摩擦接合を応用した摩擦シーム接合 を提案した^{1),2)}.

これまでアルミニウム合金、マグネシウ ム合金の重ね接合に摩擦シーム接合を適用 した結果, 適切な接合条件の選定により実 用上十分な継手強度を有する継手を得られ ることが明らかにした³⁾.しかし,これま での報告は重ね接合についての報告であり, 継手の使用位置によっては突合せ接合が必 要とされることも多いと考え、摩擦シーム 接合による突合せ接合を検討した結果,接 合部の板厚減少が継手強度低下の原因とな ることが明らかとなった⁴⁾.

本研究では 5052 アルミニウム合金を用 いた摩擦シーム接合において、板厚の減少 を考え突合せ部に第三の素材を重ね合せ る方法(以後重ね突合せ接合と称す)につ いて、従来の突合せ接合(以後単純突合せ と称す)との比較検討を行った.

ヨ大生産工(院)	〇水田	知宏
ヨ大生産エ(院)	背尾	直彦
ᆿᆂᇥᆇᆍ	14.00	<u> </u>

日大生産工

ウム合金板を長さ130mm,幅70mmに機械加工 したものを用いた. 突合せ面は立フライス 盤により面削を行い、接合面を脱脂洗浄し て使用した.また,重ね突合せ接合は,突 合せ面上部に板厚の異なる 5052-H34 アルミ ニウム合金板を機械加工したものを用い た.供試材の機械的性質をTable 1に示す.

実験には FN-Ⅱ型摩擦攪拌接合機を用い て、供試材をベッド上に冶具により固定し た.回転工具は炭素工具鋼 (SK105) 製と し, 直径 10mm に機械加工したものを用い た.工具回転方向は時計回りとした. 接合 部は回転工具を用いるため, 左右非対称的

Plate	Tensile	Elongation	Hardness
thickness (mm)	strength (MPa)	(%)	(HK0.05)
1	270	7	84
0.4	236	6	88
0.5	254	9	82
0.6	262	9	82

Table 1 Mechanical properties of base metals.

Table 2 Friction seam welding conditions. (a)Simple butt welding

Rotational speed	Ν	(rpm)	1500 , 2000
Welding speed	V	(mm/s)	0.5 ~ 3
Pushing depth	D	(mm)	0.3 ~ 0.5
Preheating time	t ₀	(s)	20

(b)Complex butt welding

Thickness of upper plate		(mm)	0.4~0.6
Rotational speed	Ν	(rpm)	1500
Welding speed	V	(mm/s)	0.5 ~ 3
Preheating time	t ₀	(s)	20

2. 供試材および実験方法

供試材には板厚 1mm の 5052-H34 アルミニ

Mechanical Properties of 5052 Aluminum Alloy Friction Seam Welded Butt Joint Chihiro MIZUTA, Naohiko SEO, Dai NAKAMA and Kazuyoshi KATOH

の組織となる.そこで回転方向と接合方向 が同一の側を Advancing side (AS),逆側 を Retreating side (RS) と称する.接合 は供試材の圧延方向と平行に予備実験に より選定した **Table 2**に示す条件を組合せ て行った.

重ね突合せ接合は突合せ面上部に板厚 の異なる板を配置した.押込みは第三の板 厚+0.1mmとした.

得られた継手の外観観察,組織観察,硬 さ試験および引張試験をそれぞれ室温で 行った.

3. 実験結果および考察

3.1 単純突合せ接合

継手外観を Fig.1 に示す.外観上は 5052 アルミニウム合金重ね継手²⁾と類似の様相 であり,接合部には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 RS 側にばりが発生し,このばりは回転数およ び接合速度の増加により増大した.

継手横断面巨視的組織を Fig.2 に示す. 巨視的には全条件でキッシングボンドな どの欠陥は認められず健全な継手が得ら れた.また接合界面は明瞭には識別できな かった.全ての継手に接合部 RS 側に凸部 が観察された.これは接合に伴う塑性流動 により発生したものと考える.

継手横断面微視的組織を Fig.3 に示す. 接合部 RS 側でばりの発生方向に沿って組織の流動が明瞭に観察され,接合部 AS 側では母材に比較して微細な組織となった. 接合界面は微視的にも明瞭に識別できなかった.

継手横断面硬さ試験結果を Fig.4 に示す. 全条件で回転工具径と同程度の軟化域が 観察された.また,押込み量,接合速度の 増加に伴い軟化割合は増大する傾向を示 した.軟化域内の AS 側で硬さが一部高い 値を示す部分が認められされた.



— 136 —



Fig.5 Results of tensile test of simple butt joints. 接合方向と垂直に採取した JIS13B 号試 験片による引張試験結果を Fig.5 に示す. 引張強さは全条件で接合速度の増加に伴い 低下する傾向を示した.しかし,押込み量 の増加に伴い接合速度の影響は減少した. また本実験の範囲内で最高引張強さは回転 数 2000rpm,接合速度 0.5mm/s,押込み量 0.3mmの条件で230MPaと母材の85%の値で あった.

引張試験後の試験片形状をFig.6に示す. 引張強さが高い値を示した条件では破断は 接合部 AS 側であり破断部近傍にネッキン グが認められた.引張強さが低い条件では 接合界面から破断した.

3.2 重ね突合せ継手

継手外観を Fig.7 に示す.第三の素材板 厚 0.6mm の接合速度 2mm/s 以上では継手が 得られなかったため図を示していない.外 観上は Fig.1 に示した単純突合せ継手と類 似の形状であるが,接合後に上板が分離す る際にばりが除去されるため接合部にばり は認められない.

継手横断面巨視的組織を Fig.8 に示す. 巨視的には全条件で接合欠陥のない健全な 継手が得られており,接合部板厚は供試材 の板厚と同程度となり接合部板厚減少が抑 制できた.

継手横断面微視的組織を Fig.9 に示す.



Fig.6 Appearances of tensile tested specimens. (N=2000rpm , D=0.3mm)



Fig.7 Appearances of complex butt joints.



2mm







接合部 RS 側および AS 側ではばりの排出方 向に沿った組織の流動が認められ,接合部 RS 側で明瞭であった.接合界面は全条件で 明瞭に識別された.図は示さないが微視的 には接合速度の速い条件では接合面の一部 に未接合部が観察された.また,接合部 AS 側で組織が最も微細となった.

継手横断面硬さ試験結果を Fig.10 に示 す.硬さは全条件で回転工具径と同程度の 軟化域が観察された.また,単純突合せと 同様に接合部 AS 側で一部硬さが高い値を 示す部分が認められた.図は示さないが継 手下部では軟化域が減少する傾向が全条件 で認められた.このことは被接合材への押 込みが少ないことにより入熱が減少したた めと考える.

接合方向と垂直に採取した JIS13B 号試 験片による引張試験結果を Fig.11 に示す. 全条件で接合速度の増加に伴い引張強さは 低下した.また,Fig.5 に示す単純突合せ 継手に比較して引張強さにおよぼす接合速 度の影響が増大する傾向を示した.このこ とは被接合材に対する押込みが少ないため に接合速度の影響が大きくなったものと考 える.本実験の範囲内で最高引張強さは第 三の素材板厚 0.4mm,接合速度 0.5mm/s で 238MPa の値を示し,母材の 88%の値であり, 単純突合せ接合と比較してわずかであるが 引張強さが向上した.また,破断は単純突 合せ継手と類似した形態であった.

4. まとめ

- 1) 突合せ面上部に第三の板を配置し接合す ることで,接合部板厚減少の抑制が可能 であった.
- 2) 硬さは単純突合せ接合,重ね突合せ接合 ともに類似の傾向を示し,接合速度の遅 い条件においては,接合部 AS 側で硬さ の値が母材と同程度となる部分が認め られた.



 3) 引張強さは重ね突合せ継手で母材の 88%の値であり、単純突合せ継手の85% と比較して、継手強度はわずかであるが 向上した.

参考文献

- 加藤数良,時末 光:特許第 4346282
 号,(2009).
- 加藤数良,時末 光,三浦紘一郎:軽金 属溶接,47,(2007),15,5052アルミ ニウム合金重ね摩擦シーム接合継手の 機械的性質.
- 3) 三浦紘一郎,加藤数良,時末 光:溶接 学会全国大会講演概要,第73集,(2003), 76,AZ31マグネシウム合金摩擦シーム 接合継手の機械的性質.
- 4) 水田知宏,加藤数良:溶接学会全国大会 概要集第84集,(2009),223,摩擦シー ム接合によった5052アルミニウム合金 突合せ継手の機械的性質.