

多点摩擦スポット接合における接合間距離が 5052 アルミニウム合金継手の 機械的性質に及ぼす影響

日大生産工(院) ○吉川 幸宏
日大生産工 加藤 数良

1. 緒 言

金属薄板の点接合法には、抵抗スポット溶接や摩擦攪拌スポット接合が実用化されている。しかし、抵抗スポット溶接では大電流を必要とし溶接時にはスパッタやガスが発生し、摩擦攪拌スポット接合では先端に突起をもつ工具を用いるため接合部に穴が残存するという問題点がある。

著者らが提案した単純丸棒を回転工具として用いる摩擦スポット接合はこの問題を解決している¹⁾。この摩擦スポット接合をより実用的に用いるためには、接合後の圧痕は小さいほうが好ましい。しかし、単点摩擦スポット接合では工具径を小さくすると継手強度の低下などの問題がある²⁾。そこで、工具径を小さくし、接合点数を増加することにより、継手の耐荷重が確保できれば有用であると考えられる。しかし、工具径 5mm、とし、接合部の外周部が接する状態とした場合には、単点摩擦スポット接合継手に比較して継手強度は向上したが、まだ十分とはいえない³⁾。

本研究では、5052 アルミニウム合金を用いて多点摩擦スポット接合における接合間距離が継手の機械的性質に及ぼす影響について検討した。

2. 供試材及び実験条件

供試材には、板厚 1.0mm の 5052-H32 アルミニウム合金を幅 30 mm, 引張せん断試験用は長さ 100mm, 十字引張試験用は長さ 130mm にそれぞれ機械加工後、接合面を脱脂洗浄し実験に用いた。供試材の化学組成を Table 1 に機械的性質を Table 2 に示す。接合には、数値制御全自動摩擦圧接機を使用し、回転工具には合金工具鋼 (SKD61) 製の直径 5mm の丸棒を用いた。接合時には重ね代が 30 mm となるように治具により固定し、Table 3 に示す接合条件を組合せて 2 点の接合を行った。

Table 1 Chemical compositions of base metal (mass%)

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Al
0.10	0.26	0.02	0.04	2.44	0.19	Bal.

Table 2 Mechanical properties of base metal.

Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Hardness (HK0.05)
227	13.0	79

Table 3 Friction spot welding conditions.

Rotational speed	N (rpm)	2500
Friction pressure	P (MPa)	150, 160, 170
Friction time	t (s)	1.5
Distance of weld point	L (mm)	6~10

Effect of Distance of Weld Point in Multiple Friction Spot Welding on Mechanical Properties
of 5052 Aluminum Alloy Joint

Yukihiro YOSHIKAWA, Kazuyoshi KATOH

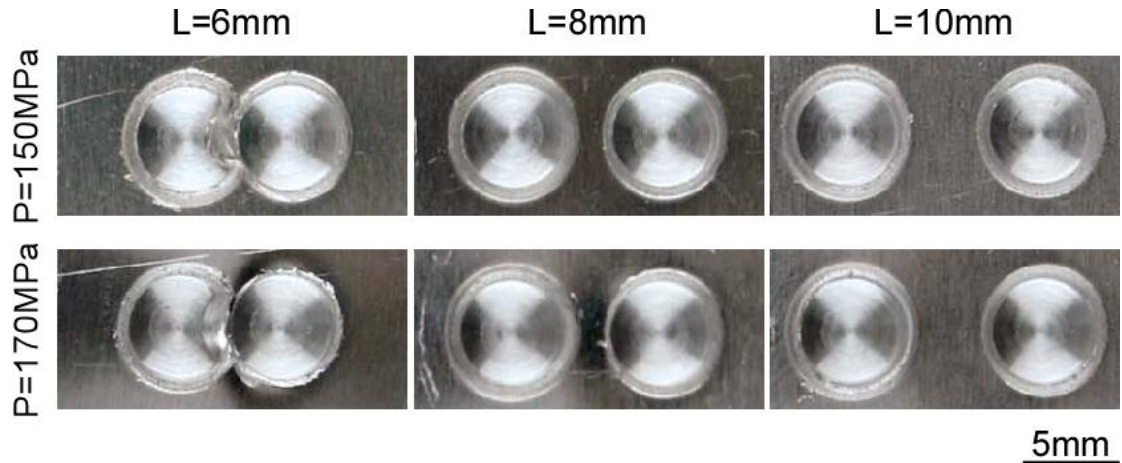


Fig.1 Surface appearances of joint.

得られた継手の外観観察，組織観察，硬さ試験，温度測定，引張せん断試験，十字引張試験を室温で行った．

3. 実験結果及び考察

Fig.1 に接合部外観を示す．全接合条件で接合部表面は工具端面を写し取ったような状態であり，欠陥はなく工具径と同程度の大きさの円形の圧痕と周囲にばりが観察された．接合間距離が 6mm の条件では接合間距離 5mm，すなわち外周部が接触した状態³⁾と同様に 2 点目のばりが 1 点目の外周部に覆いかぶさった状態であった．また，接合部には変色や割れ，焼付きなどの欠陥は認められなかった．

本接合法では接合時に摩擦圧力による押込みが生じ接合部の厚さが減少する．このため接合部の厚さを測定した．その測定結果を Fig.2 に示す．接合部厚さには接合間距離の大小による明瞭な関係は認められなかった．接合部厚さは摩擦圧力の増加に伴い減少し，1 点目に比較して 2 点目の接合部厚さがより薄くなった．

Fig.3 に巨視的および微視的組織を示す．前述したように，上板には工具の押込みによる接合部厚さの減少が観察され，2 点目の接合部厚さが薄くなる傾向にあり，摩擦圧力の増加に伴い両者の差は大きくなった．また，全

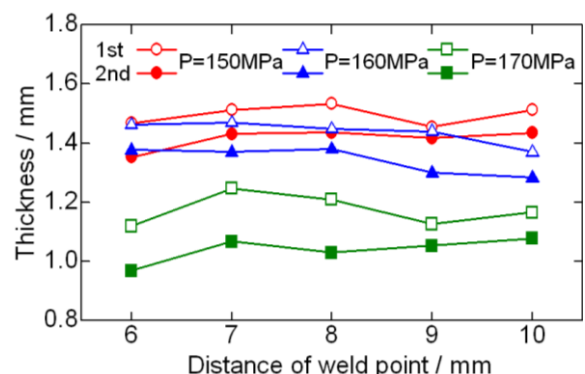


Fig.2 Relation between distance of weld point and thickness of weld zone.

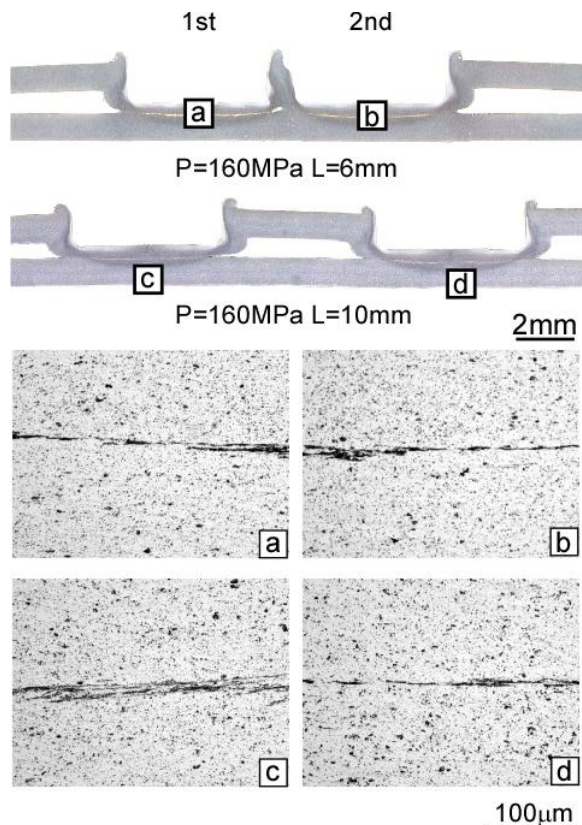


Fig.3 Macro- and microstructures of joint

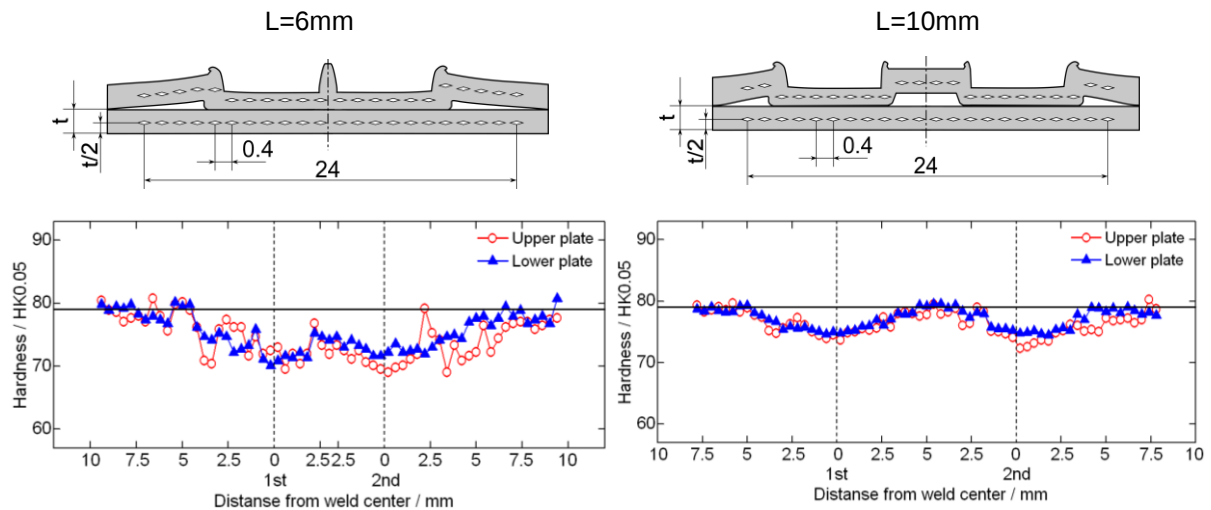


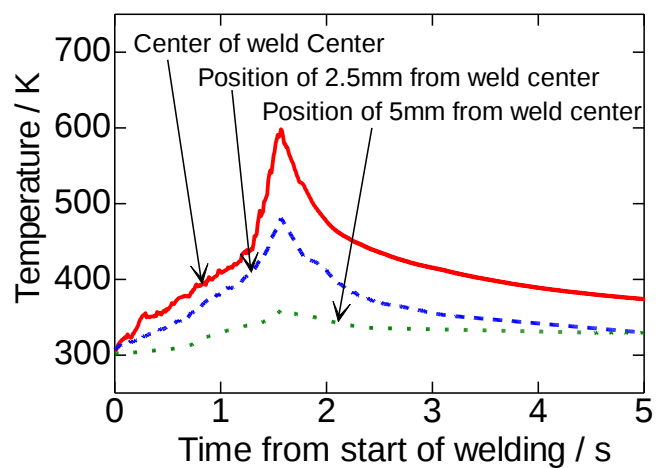
Fig.4 Hardness distributions of joint.(P=160MPa)

条件でシートセパレーション現象が認められたが、接合部にはナゲットや欠陥などは観察されなかった。接合部直下にボール状の熱影響部が認められた。この熱影響部は、それぞれの接合中心を軸として対照に観察された。

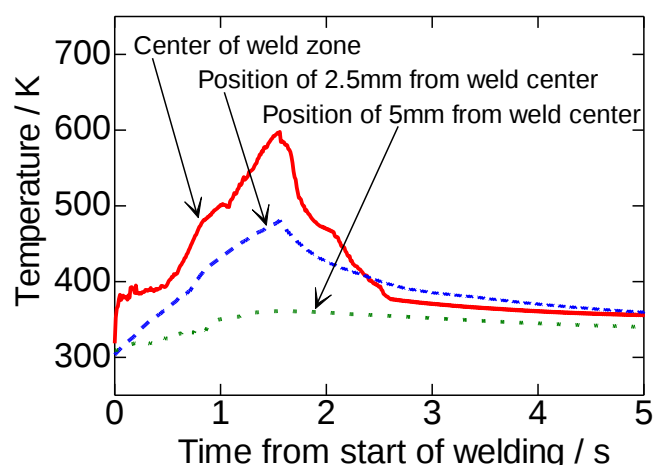
接合界面近傍で母材に比較し若干微細な組織を示し、塑性流動が生じたために、一部で接合界面が消滅した部分が認められた。1点目と2点目では微視的組織に明瞭な差異は観察されなかった。

Fig.4 に継手中心部横断面で測定した硬さ分布を示す。上板部では工具径に相当した軟化域が認められ、接合間距離が 6mm の条件には境界部においても軟化が認められた。下板部は上板部と類似の硬さ分布を示したが、上板部と比較しても軟化割合が小さくなった。

Fig.5 に上板と下板の間に熱電対を挿入して測定した温度測定結果を示す。温度履歴は接合条件に関係なく類似した傾向を示したので一例として摩擦圧力 160MPa、接合間距離 8mm の 1 点目および 2 点目の結果を示す。接合中心では工具が接合材に接触した直後から温度が上昇し始め接合終了時に最高値 600K を示した。接合中心から 2.5mm の位置での温度履歴は接合部中心と類似であった



(a) 1st welding point



(b) 2nd welding point

Fig.5 Temperature-time histories of friction spot welding process.(P=160MPa . L=8mm)

が最高温度は低くなった。接合中心から 5mm の位置は接合開始から緩やかに温度上昇し、接合終了時に最高値となった。

Fig.6 に引張せん断試験結果を示す。摩擦圧力 170MPa では接合間距離の大小に関係なく低い引張せん断強さを示したが、150MPa, 160MPa ではその差は小さかった。本実験の範囲内では、継手の引張せん断強さは、摩擦圧力 160MPa, 接合間距離 8mm の接合条件で最高値 2.5kN の値が得られた。この値は同一条件の工具径 5mm の単点継手の約 3 倍の値であった。

Fig.7 に引張せん断試験後の継手外観を示す。継手の破断形態は、摩擦圧力 160MPa 以上の条件でプラグ破断したが、他の条件では、いずれもはく離した。

Fig.8 に十字引張試験結果を示す。本実験の範囲内では、継手の十字引張強さは、最高値 0.67kN を示した。摩擦圧力 170MPa, 接合間距離 6mm の条件以外は摩擦圧力、接合間距離の違いによる十字引張強さに明瞭の差は認められなかった。

Fig.9 に十字引張試験後の継手外観を示す。継手の破断形態は摩擦圧力 170MPa の条件ではプラグ破断したが、他の条件では、はく離した。

参考文献

- 1) 時末 光, 加藤数良: 変形流動接合(3) 摩擦攪拌接合・摩擦スポット接合・摩擦シーム接合, 塑性と加工, 第 548 号 (2006), 817.
- 2) 嵐田裕樹, 加藤数良, 時末 光: 6061 アルミニウム合金摩擦スポット接合継手の引張特性に及ぼす工具径の影響, 溶接学会全国大会講演概要 79 集, (2006), 82.
- 3) 吉川幸宏, 仲間 大, 加藤数良: 5052 アルミニウム合金の多点摩擦スポット接合継手の機械的性質, 第 61 回塑性加工連合講演会講演論文集, (2010), 201.

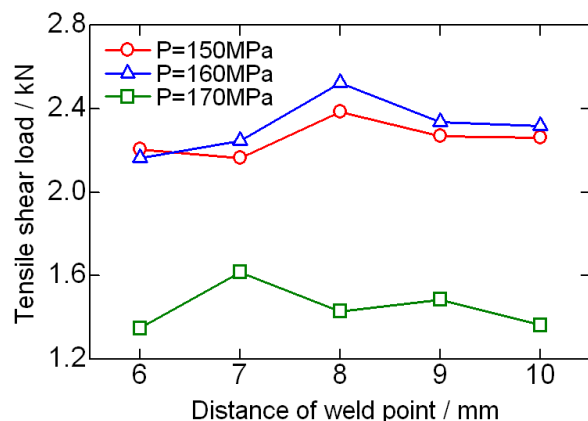


Fig.6 Results of tensile shear test.

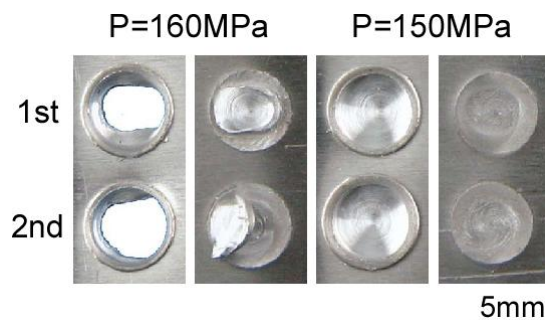


Fig.7 Appearances of tensile shear tested specimen.(L=8mm)

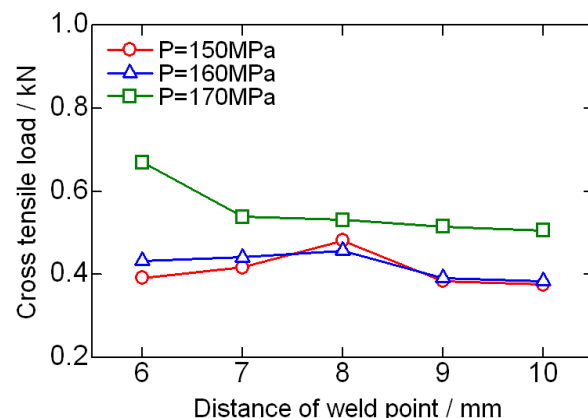


Fig.8 Results of cross tensile test.

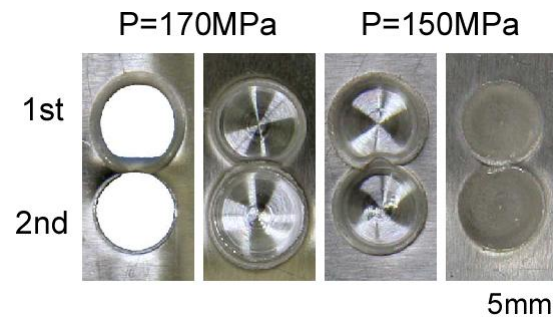


Fig.9 Appearances of cross tensile tested specimen.(L=6mm)