

通電発現による共晶生成と排出過程を利用した Al/Cu 異材接合の 継手強度におよぼす接合条件

(株)日立製作所
東京新電機(株)
三重大学大学院

館村 誠
浅井 久敬
○佐藤 駿伍, 川上 博士

Bonding condition on joint strength of Al/Cu dissimilar metal bonding using formation and remove process of eutectic by electrification

by TATEMURA Makoto, ASAI Hisatoshi, SATO Shungo and KAWAKAMI Hiroshi

キーワード: アルミニウム, 銅, 異種金属, 接合, 共晶, 通電, 排出, 大気, 強度

Keyword: Aluminum, Copper, Dissimilar metal, Bonding, Eutectic, Electrification,
Remove, Atmosphere, Strength

1. 緒言

工業製品に幅広く用いられるアルミニウムは電気効率が高く、軽量でリサイクルしやすい素材であり、持続可能社会に要望される特徴を持つ。輸送機器(自動車、鉄道、航空機、ドローン)の軽量化にはマルチマテリアル化の要望があり、社会インフラ普及に対応する低コスト、簡便さを備えた汎用性のあるアルミニウム異材接合技術が望まれている。

アルミニウムと銅の異材接合ではアルミニウム融点 660°C 以下の共晶反応(共晶点 548°C)を用いた固相接合について川上らはその接合挙動について論じてきた¹⁾。

筆者らは、上述の共晶反応を用いた方法で、大気開放下のもとバット溶接機の通電・加圧により、1秒以内に固相接合する様子を明らかにした²⁾。一方、短時間の通電で発現する共晶融液の生成と排出の現象は観察されたが、その界面挙動のメカニズムは不明な点が多い。

本研究は接合界面挙動を明らかにするため、通電・加圧の影響と共晶融液の生成と排出で成される接合について通電・加圧条件と継手強度の関係を評価した結果を報告する。

2. 実験方法

厚さ 2~4mm、幅 7mm のアルミニウム平角棒(A1050)と銅平角棒(C1100)の端面を突合せて、プラテンで把持し突合せ面を加圧・通電し接合する(Fig.1)。通電は交流定電流で、共晶反応が開始する可動プラテンの移動開始に合わせて通電時間を制御する機能(プラテン移動時間)を設け、本実験ではプラテン移動時間を 0~0.5 秒の範囲で設定し行った。

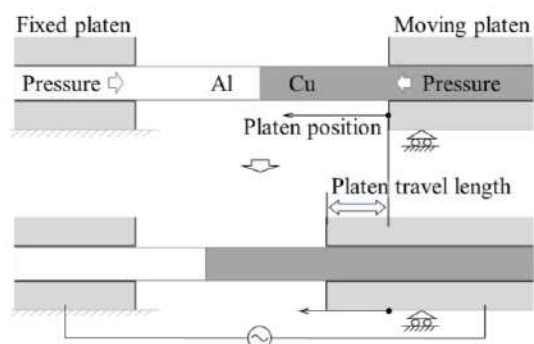


Fig.1 Joining experimental equipment.

3. 実験結果

Fig. 2に通電時間と電圧、プラテン位置の関係を示す。プラテンは通電から0.4秒後に移動を開始し、設定したプラテン移動時間0.4秒後に通電を停止し、移動長さは2.4mmであった。一方、界面はプラテン移動開始に、共晶融液の排出が観察され、時間経過とともに排出量の増加が見られた。

Fig. 3に通電時間と継手強度の関係を示す。通電時間0.4秒以下は接合されず、接合時間0.6秒以上は母材破断し破断強度100MPaを得た。

Fig. 4に三種類の断面形状(厚さ2, 3, 4mm)と電圧、プラテン移動開始時間、移動長さの関係について示す。電流密度、加圧力が同じ条件では、断面形状が異なっても電圧、プラテン移動開始時間および移動長さに顕著な違いはなかった。

4. まとめ

本接合では、界面から共晶融液が排出し、同時にプラテンの移動が始まった様相の観察と、時間経過とともに共晶融液の増大の観察より、通電・加圧による共晶生成とその排出過程を確認した。

共晶融液が排出される前の通電時間では接合はできず、共晶融液排出開始から0.2秒以上経た通電時間では、継手は母材破断し強度は100MPaであった。一定量の共晶融液排出は接合強度を得るには重要であると思われる。

電流密度、加圧力が同じ場合、異なる断面形状であっても、電圧、プラテン移動開始時間と移動長さは同じであった。このことは本接合方法では、電流密度と加圧力が同じ場合、界面の面積に応じた電流と力を加えることで同様の接合形態の再現ができると思われる。

【参考文献】

- 1) 川上, 鈴木, 藤原, 中嶋: 溶接学会論文集, 25-1 (2007), 24-30.
- 2) 館村, 島尾, 筒井: 電気学会 '22 全国大会講演論文集 2-052 March21st (2022).

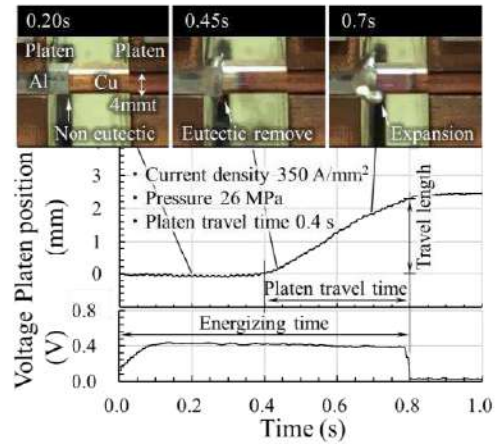


Fig. 2 Relationship between energization time and platen travel length.

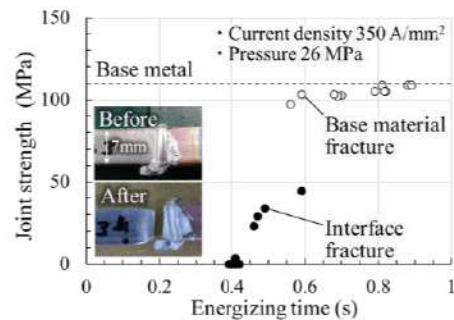


Fig. 3 Relationship between energizing time and joint strength.

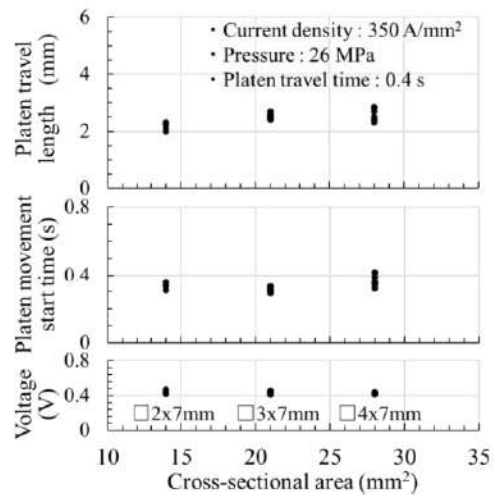


Fig. 4 Bonding behavior with different cross-sectional shapes.