

スポット鍛接装置の開発

機能素材加工課 山岸英樹

電元社トーア株式会社 大森伸朗、久田康一、森下久生、大坪拓也、伊藤宏明

1. はじめに

低温鍛接法(Cold forge welding: CFW)¹⁻³⁾は、フラックスやインサート材を用いずに直接金属を低温(T/T_m は0.3~0.7程度)かつ一瞬で拡散接合するもので、異種金属においては、脆弱な金属間化合物(IMC)層の成長を極めて薄く抑え込みその無害化を実現する”実質IMCフリー”の接合方法である。異種金属間の容易な反応性を逆手にとった低温プロセスがポイントであり、これにより通常の溶接プロセスに対して圧倒的に大きな時間的管理裕度を生む(加工安定性)。また低温での効率的な拡散反応のために、接合面(酸化膜)の拡散障害性を制御する圧下比(接合前後の肉厚比、面積拡大率に相当)がもう一つの欠くことのできない重要なポイントである。この界面拡散反応の効率性に寄与する「圧下比」と熱拡散力となる界面の「接合温度」の2つの基本パラメータにより、界面反応性を実生産プロセスにおいて制御できる。

本法は、短時間で成形と同時に接合を実現できることから、幅広い適用用途において、生産性が高い革新的なマルチマテリアル技術として注目を集めている。中でも点接合形態は、スポット鍛接(Cold spot forge welding: CSFW)として、車体や電極などの用途で大きなニーズがある。

本研究では、スポット鍛接 (CSFW)装置⁴⁾を試作、車両パネル材や電極バスバーを想定し、接合条件が及ぼす継手強度、界面反応性などを評価した(接合条件は非公開とする)。

2. 実験方法

各 0.8 mm 厚の冷間圧延鋼板(SPCC)とアルミニウム合金 A5052 の組み合わせ、また各 0.8 mm 厚のタフピッチ銅 C1100 とアルミニウム合金 A1050 の組み合わせにおいて、それぞれを重ね合わせ、試作装置でスポット鍛接した(接合径 6 mm)。継手の引張せん断試験に及ぼす圧下比及び接合温度の影響を調べ、得られた適切な接合条件において、断面マクロ観察及び界面反応層観察を、それぞれ光学顕微鏡(OM)及び透過型電子顕微鏡(TEM)を用いて実施した。

3. 実験結果

Fig. 1 に OM 像、Fig. 2 に TEM 明視野像を示す。いずれの組み合わせにおいても、適切な圧下比の導入により界面の清浄性が確保され、当該法の特徴である実質 IMC フリー界面となるメゾスコピック領域の反応層(RL)が形成されていることを確認した。

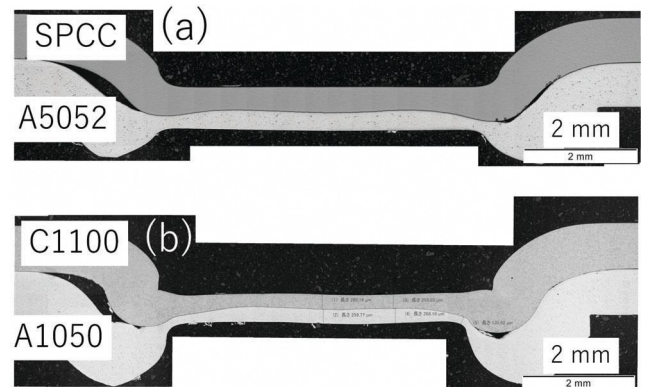


Fig. 1 Cross-sectional macro-optical micrographs of (a) SPCC/A5052 and (b) C1100/A1050

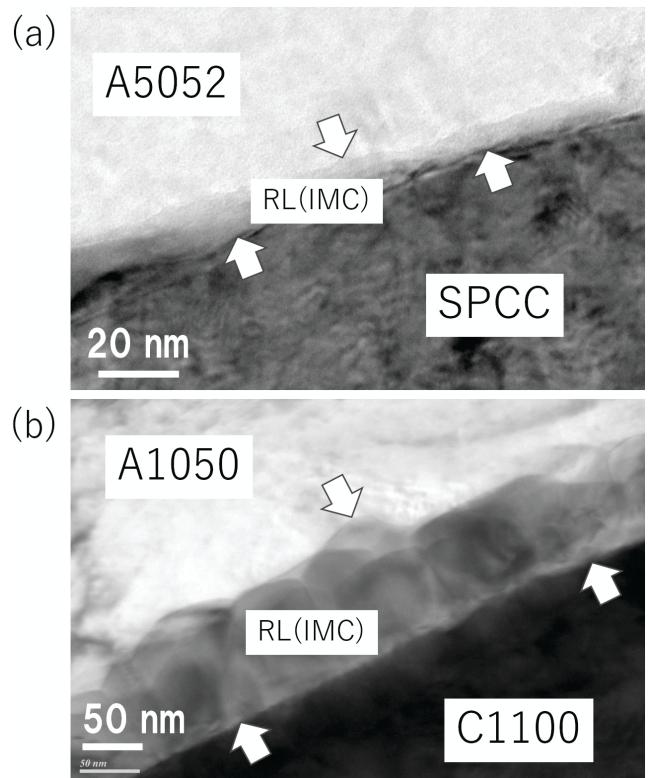


Fig. 2 Transmission electron microscopy bright-field images of (a) SPCC/A5052 and (b) C1100/A1050

参考文献

- 1) 特許第 7526404 号
- 2) H. Yamagishi: *Metall. Mater. Trans. A*, **54A** (2023) 3519-3536
- 3) 山岸: 溶接学会誌, **94**, 3 (2025) *in press*
- 4) PCT/JP2023/024122
- 5) H. Yamagishi et al.: *Heliyon*, **9** (2023) e23103