

# 固相接合装置の開発

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

モビリティの電動化のため、モーターや二次電池、ハーネスなど各種の電気部品において、高品質かつ効率的な接続技術が求められている。例えばリチウムイオンバッテリーのパウチ型セルにおいては各セルから出る箔状のタブリードの直接多層接続が必要となる。これには、溶融溶接におけるIMCの問題やスパッタ等コンタミの問題を避けるため、通常固相接合が必要となり、現在、超音波接合が主に適用されている。しかしながら、ホーン消耗などによる、生産性や品質管理の問題が無いとは言えず、より高生産性で高品質な点固相接合法が望まれている。

このような中、近年次世代の固相接合方法が開発された。従来の鍛接法(FW)と区別するため、低温鍛接法(Cold Forge Welding: CFW)、スポット形態はCSFW(Cold Spot Forge Welding)と呼称する<sup>1,2)</sup>。CFW法は、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)かつ短時間で拡散接合するもので、異種金属においては反応層を無害化できる“実質IMCフリー”の接合方法である。接合機構である界面の冶金的反応層の制御は、圧下比と接合温度で実施でき、短時間で成形と同時に接合を実現、極めて生産性が高いマルチマテリアル技術である。本研究では、CSFW装置<sup>3)</sup>を試作、アルミ箔の多重接合に本法を適用し、その接合条件が接合強度に及ぼす影響を調査した<sup>4)</sup>。

## 2. 実験結果など

装置概略を Fig. 1 に示す。昇温体にジュール熱を発生させ、接合部材を間接的に予熱する。加圧は要求荷重に応じて、AC サーボモータや油圧などを適宜選択し装置を構成する。

厚み 12  $\mu\text{m}$  のアルミニウム箔(A1N30H)を 50 枚積層し、その上下面をそれぞれ厚み 0.5 mm 及び 0.8 mm の A1050 アルミニウム合金板材でサンドイッチしたものを当該装置で接合した(鍛接径 6 mm)。接合温度と圧下比  $R$  を変化させ、接合部の引張せん断荷重  $F$  及び破壊形態の関係を整理した。また最も強度の高い条件についてはその箔間の接合界面断面を FIB-TEM 法により観察した。

Fig. 2 に引張試験の結果を示す(BMは板材のプラグ破断を、また BI は板材と箔との界面破断を示す)。本法の特徴である接合温度また圧下比による制御性が見られる。接合温度 420°C、 $R2.3$  の試験片における TEM 明視野像を Fig. 3 に示す。拡散による健全な冶金的反応層の創成を確認できた。

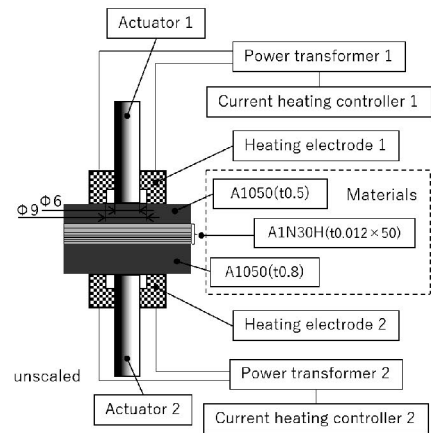


Fig. 1 Schematic illustration of CSFW system

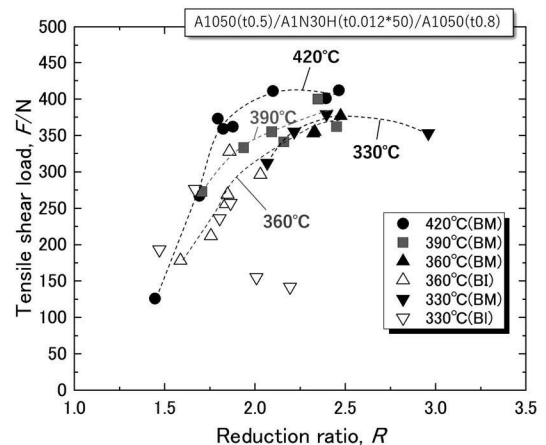


Fig. 2 Effect of the reduction ratio on tensile shear load of joints at each bonding temperature

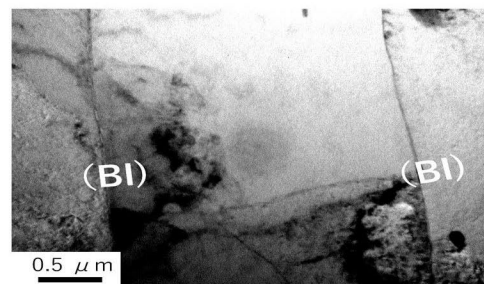


Fig. 3 Cross sectional TEM image of a CFW bonded interface (foil section)

## 参考文献

- 1) H. Yamagishi: *Metall. Mater. Trans. A*, 54A (2023) pp. 3519-3536
- 2) 山岸: *軽金属溶接*, 62, 2 (2024) pp. 51-60
- 3) PCT/JP2023/024122 「鍛接装置」
- 4) H. Yamagishi et al.: *Heliyon*, 9 (2023) e23103