

# 水浸非線形超音波法を用いた 異種材料固相接合部の健全性評価法の構築

機能素材加工課 山岸英樹

有限会社超音波材料診断研究所 川嶋紘一郎

## 1. はじめに

モビリティ分野を中心に、単一素材で得られない特性を実現するため異種材料による部品・ユニットの製造ニーズが高まっている。異種金属の冶金的接合においては、多くの場合、脆弱な金属間化合物(IMC)の生成を抑制するために固相接合法が用いられるが、従来の固相接合法は一般に生産性が悪く、特に量産性に問題を抱えている。このような中、プレス機により高生産性かつ高強度接合を実現する新たな固相接合法(鍛接法及びスポット鍛接法)が幅広い材料間で実証された<sup>1)</sup>。これは塑性流動と拡散反応を同時に行うものであり、低温・短時間プロセスを特徴とする。IMCの成長をメゾスコピック領域(図1)に抑え込み無害化を実現(実質IMCフリー)、また成形とともに接合を完了するハイスループト工法<sup>2)</sup>として注目を集めている。

固相接合界面の非破壊検査において、従来の反射エコーを扱う線形超音波探傷法では、隙間を伴う未接合部は検出・可視化できるが、隙間のない弱接合部・界面に存在する介在物・酸化物の画像化、また接合面特性の不均一性の可視化はできない。他方、水浸非線形超音波は大振幅正弦バースト波により接合部を揺り動かしたときに発生する正弦波からの波形のゆがみを高調波像振幅として定量化し、隙間のない固相接合部の健全性評価を行うことができる<sup>4)</sup>。これまでも、接合部などの閉じた界面のほか、金属の塑性変形度(転位密度)や原子炉容器鋼の脆化といった極めてわずかな材料変質に対しても画像化を実現している<sup>5)</sup>。

本研究は、当該超音波法をスポット鍛接部に適用し、その接合健全性を非破壊検査の観点から評価した。

## 2. 試験結果

SUS304/A5083 スポット鍛接継手(鍛接径 8 mm)について水浸非線形超音波探傷を行った結果の一例を示す。図2は測定の様子、また図3はその得られた高調波像である。本接合部には完全剥離に対応するような顕著な多重反射は認められなかった。このほか、TP270/A6061 スポット鍛接継手の疲労試験後材及びA2021/Ti/AZ80 鍛造部材などについても評価を行ったが、いずれも非接合部を示唆するような大振幅部は確認されなかった。他の固相接合法の接合界面データと比較しても本法接合部の健全性が確認できた。

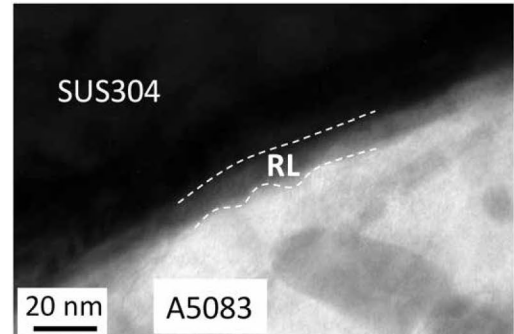


図1 SUS304/A5083 スポット鍛接の接合界面 TEM 明視野像

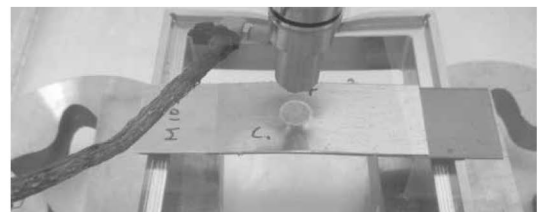


図2 水浸非線形超音波測定の様子

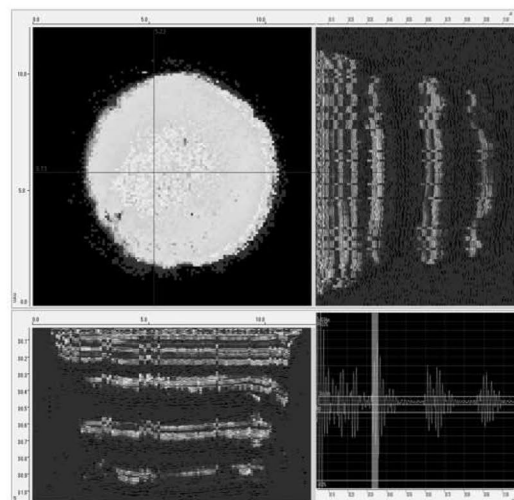


図3 SUS304/A5083 スポット鍛接部の高調波像(平面図と断面図)及び超音波受信波形

## 参考文献

- 1)山岸:PCT/JP2021/003018
- 2)H. Yamagishi: *Metall. Mater. Trans. A*, 53 (2022) pp. 264-276
- 3)山岸:軽金属溶接協会, 軽金属溶接, 60 (2022) pp. 83-91
- 4)川嶋ほか:特許第 4244334 号
- 5)川嶋:非破壊検査協会, 非破壊検査, 63-1 (2013) pp. 3-10.
- 6)川嶋:非線形超音波材料評価・検査—内部異質部と微小不健全部の可視化, 愛智出版, 2021