

未来社会創造事業 探索加速型
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域
年次報告書(探索研究期間)

令和元年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名:藤井 英俊]

[国立大学法人 大阪大学接合科学研究所・教授]

[研究開発課題名:難接合材料の逆活用した接合／分離統合技術の確立]

実施期間 : 令和4年4月1日～令和5年3月31日

§1. 研究開発実施体制

(1) 研究開発代表者グループ(大阪大学)

① 研究開発代表者: 藤井 英俊 (大阪大学接合科学研究所、教授)

② 研究項目

- ・固相抵抗スポット接合技術の開発
- ・軽金属材料圧力制御 LFW 継手の実証試験および圧力制御 LFW 技術による HAZ 軟化抑制技術の確立
- ・摩擦攪拌接合による難接合材料の接合技術の開発

(2) 共同研究グループ a(群馬大学)

① 主たる共同研究者: 半谷 禎彦 (群馬大学大学院理工学府、教授)

② 研究項目

- ・分離・解体のためのポーラス化手法の確立

(3) 共同研究グループ b(大阪産業技術研究所)

① 主たる共同研究者: 長岡 亨 (大阪産業技術研究所、研究主任)

② 研究項目

- ・金属／有機材料の摩擦攪拌接合技術の開発

(4) 共同研究グループ c(大阪大学)

① 主たる共同研究者: 宮坂 史和 (大阪大学大学院工学研究科、准教授)

② 研究項目

- ・粒子法連成解析を用いた圧力制御 LFW のプロセスモデルの構築

(5) 共同研究グループ d(近畿大学)

① 主たる共同研究者: 仲井 正昭 (近畿大学理工学部機械工学科、教授)

② 研究項目

- ・軽金属材料圧力制御 LFW 継手の実証試験

§2. 研究開発成果の概要

難接合という理由で、これまで検討されてこなかった材料(埋もれた素材)や異種材料の組合せ(埋もれた組合せ)を活用できる低炭素社会を実現するために、いくつかの新規接合技術を開発した。一つ目は、電気発熱(ジュール熱)を利用した固相抵抗スポット接合技術であり、二つ目は、摩擦熱を利用した圧力制御 LFW(線形摩擦接合)である。それぞれ 0.45%C の炭素鋼を用いて接合実験を実施し、圧力制御により界面温度と界面組織を均一に制御できる A_1 点以下の無変態接合に成功した。固相抵抗スポット接合に関しては、さらに本接合技術の溶融亜鉛メッキ鋼板への適用を試みるとともに、企業と連携して試作機を開発後、製品のプレスリリースを行った。これらに関しては、JST News2022 年 11 月号にも掲載頂いた。圧力制御 LFW では、共同研究グループ d とともに Ti-6Al-4V 合金継手を用いた Cold Dwell 疲労特性が母材と同等であることを明らかにし、実用化へ向けた技術向上を確認した。

加えて、共同研究グループ b とともに従来接合が困難とされる熱硬化性樹脂と金属の摩擦攪拌接合に取り組んだ。エポキシレジンを中間材として用いることで、A5052 合金とガラスエポキシの摩擦攪拌接合に成功した。さらに、分離・解体のためのポーラス化手法については、共同研究グループ a とともに廃棄時にはリサイクルなどの観点から、接合した異種材料に対して接合部のポーラス化による易分離技術が重要であり、その開発を行い、接合面に直接発泡剤を添加する手法を構築し、ポーラス化する箇所をできるだけ限定し分離することを試みた。共同研究グループ c では、構築した粒子法を用いた圧力制御 LFW の基礎モデルの改善を実施した。

【代表的な原著論文情報】

- ・W. Zexi, K. Ushioda and H. Fujii, “Suppression of Softening in Heat Affected Zone by Mo Addition in Friction Stir Welded Martensitic Steel”, *Sci. Technol. Weld. Join.*, 27, 3 (2022), 204-212.
- ・Y. Hangai, H. Morohashi, Y. Aoki, H. Mitsugi and H. Fujii, “Process of Simultaneously Fabricating and Foaming Precursor Using Frictional Heat Generated during Friction Stir Welding”, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 121, 5 (2022), 3207-3214.
- ・青木 祥宏, 潮田 浩作, 藤井 英俊, “マルテンサイト鋼の線形摩擦接合部の組織と硬さに及ぼす印加圧力の影響”, *鉄と鋼*, 108, 12 (2022), 1011-1020.