

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2年度 研究開発年次報告書

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2年4月1日～令和3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

- ・圧力制御通電圧接技術の開発
- ・軽金属材料等の圧力制御 LFW 技術の確立
- ・摩擦攪拌接合による難接合材の接合技術開発

(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開発

(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

§2. 研究開発実施の概要

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、新規接合技術の汎用性を調査した。一つ目は、摩擦熱を利用した圧力制御 LFW(線形摩擦接合)であり、二つ目は、電気発熱(ジュール熱)を利用した圧力制御通電圧接である。前者に対しては、Ti-6Al-4V 合金の低温 LFW 継手のマイクロ組織¹⁾を評価するとともに、種々の Al 合金の低温 LFW 継手において完全に軟化を抑制し、継手効率 100% を達成した。後者に対しては Ti-6Al-4V 合金と SUS316L の異種材料を接合し、世界で初めて SUS316L の母材から破断することを示した。

摩擦攪拌接合による難接合材の接合技術開発については、CFRP と A1050 板材の摩擦攪拌重ね接合において、シランカップリング処理を行うことで、接合強度が大幅に向上し、CFRP 母材で破断する接合部を得た。分離・解体のためのポーラス化手法の開発については、A1050 板材と SS400 板を攪拌領域に発泡粒子を 1mass% 混入させた FSW 継手作製した。その継手は加熱し

発泡させることで、低押込量で容易に破断できることを明らかにした。さらに、老朽化した社会インフラに使用される高硫黄(S)量を含有する鋼材に対して、摩擦攪拌接合を実施し、鋼材の S 含有量が多い場合であっても、良好な摩擦攪拌領域が得ることを示した。

さらに、圧力制御 LFW のプロセスモデルの構築のため、摩擦攪拌接合プロセスモデルの改良を試みた。LFW 現象の極薄軟化域を模擬するために計算解像度を大きく高める必要があり、これに伴う計算コストの増大を防ぐため適切な計算領域の設定が必要不可欠であることが分かった。

1) J.-W. Choi, Y. Aoki, K. Ushioda and H. Fujii, “Linear Friction Welding of Ti-6Al-4V Alloy Fabricated below β -Phase Transformation Temperature”, *Scripta Materialia*, Vol.191, (2021), 12-16.