

CFRP/Steelレーザー溶接やCFRP/Aluminum抵抗スポット溶接の強度試験と数値解析

接合科学研究所 機能評価研究部門

教授 麻寧緒

Researchmap <https://researchmap.jp/ma.ninshu>

研究の概要

レーザー熱源と電気抵抗熱源をそれぞれ用いて、性質が全く異なるCFRP（カーボン繊維強化樹脂材）と金属（高張力鋼板、アルミ合金）を直接接合する熱・力学プロセスを、開発した数値解析モデルにより再現し、実験で観察できない内部の温度分布、CFRPの溶融領域と分解領域を定量化し、接合メカニズムを解明した。接合界面の温度範囲をCFRPの溶融温度以上と分解温度以下に制御することは、CFRPと金属を接合する必要条件となることが分かった。接合継手にはこの温度範囲が広いほど、接合継手の強度が高くなる。より詳細な研究を行ったことで、レーザー溶接条件（熱量）とCFRP/Steelの接合強度、抵抗スポット溶接の電流など（発熱量）とCFRP/Aluminumの接合強度に関する相関関係を明らかにした。

研究の背景と結果

自動車の省エネ化・グリーン化を図るため、エンジン効率や電池性能の向上に関する研究開発を行うと共に、車体の軽量化も期待されている。そのため、軽量材料である樹脂複合材（CFRP）、軽金属（Aluminum、Magnesiumなど）と高張力鋼板（High Strength Steel）を適所適材にしたマルチマテリアルの車体設計や接合技術の研究開発が必要不可欠となる。本研究では、CFRP/Aluminumの抵抗スポット溶接技術やCFRP/Steelのレーザー溶接技術を対象とし、接合メカニズムを明らかにし、接合強度を支配する温度範囲とその領域の大きさを数値解析で予測し、溶接条件の適正化指針を提案した。さらにDT/DXというデジタルシステムを構築し、GX（グリーントランスフォーメーション）の実現に貢献する。

研究の意義と将来展望

モノづくり現場において、生産性の向上および製品の品質保証のため、デジタル化制御と可視化が必要不可欠となる。それらを支援するデジタルシステムとして、DT（デジタルツイン）やDX（デジタルトランスフォーメーション）が注目されている。

本研究では、まずCFRP/Aluminumの抵抗スポット溶接による温度場、溶接寸法および引張りせん断強度を定量化・可視化したDTを構築し、生産現場で使用するCFRP板とAluminum板の寸法変更に伴う溶接条件の提案や溶接結果の予測をリアルタイムで支援することが可能になってきている。

CFRP/Steelのレーザー溶接の研究成果を実用に展開するために、実験・解析データを蓄積して、ML（マシンラーニング）による予測技術とDTを構築しなければならない。

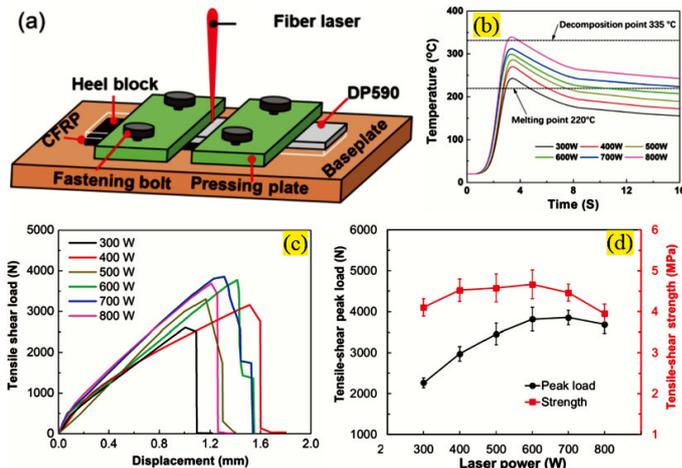


図1：(a) CFRP/Steelレーザー溶接試験、(b) 数値解析による界面温度履歴 (c) 引張りせん断試験による荷重-変位カーブ、(d) 継手強度

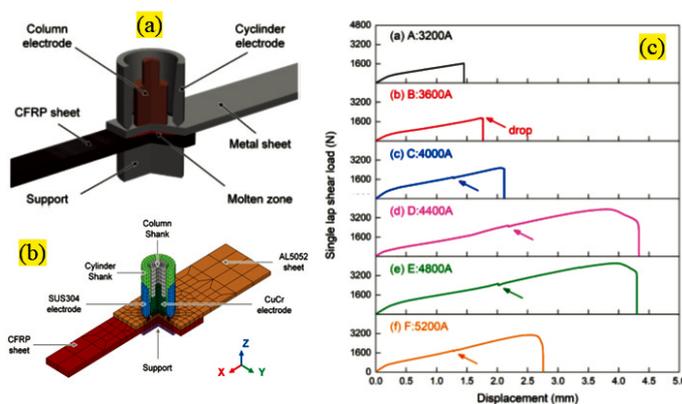


図2：(a) CFRP/Aluminum抵抗スポット溶接、(b) 有限要素モデル (c) 引張りせん断試験による荷重-変位カーブ

特許

論文

参考URL

キーワード

Xia, Hongbo; Ma, Ninshu et al. Influence of laser welding power on steel/CFRP lap joint fracture behaviors. Composite Structures. 2022, 285 (115247), 1-12. doi: 10.1016/j.compstruct.2022.115247
Ren, Sendong; Ma, Ninshu et al. Numerical analysis on coaxial one-side resistance spot welding of Al5052 and CFRP dissimilar materials. Materials and Design. 2020, 188 (108442), 1-14. doi: 10.1016/j.matdes.2019.108442

http://www.jwri.osaka-u.ac.jp/research/research03_1.html

鋼/CFRPレーザー溶接、Al/CFRP片側抵抗スポット溶接、RSWデジタルツイン