

電磁力を用いた 超高速異種材接合技術の開発

SATテクノロジー・ショーケース2021

■ はじめに

温室効果ガス排出量削減の為、内閣府「エネルギー・環境イノベーション戦略」において数10億から100億トン超の削減を目指しており、自動車においては車体重量の半減が求められている。その実現のためには、材料を適材適所に用いるマルチマテリアル化が必要不可欠である。特に、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)は軽量でかつ高強度を有することから軽量化に最適な材料であり、車体骨格構造に用いるCFRPと金属の異種材接合が必須となる。本研究では、電磁成形という衝撃加工の一種の手法に着目した。電磁成形とは、図1に示すように、コイルに大電流を瞬間的に流すことでコイルに磁界を発生させ、コイル上面に配置した金属板に誘導電流を生じさせて磁場を誘発することでコイルによる磁場と金属板に発生した磁場との反発力を利用して塑性加工を行う手法である。また、この電磁力を用いた場合、加工される金属板は数100m/sという超高速加工が可能であることから、金属に衝突させると異種材料の接合が極めて短時間で実現出来るといったメリットがある。

一方、電磁成形を用いた接合では、導電性金属同士に限られ、金属と樹脂などの異種材接合は原理的に不可能である。しかし、電気抵抗の高い金属に誘起電力を発生させることによる熱と電磁力を利用すれば、樹脂の溶着と圧接による異種材の直接接合を行う事が出来る。

本研究では、電磁成形を用いてCFRPと金属との異種材接合法の最適化を行い、加工条件、材料の表面形状による加工性能と温度の相関関係を調べるとともに、有限要素法による磁場・熱・構造解析を通して、実験と理論の両面からのアプローチによる異種材接合加工手法の開発、その加工メカニズム解明に取り組んでいる。

■ 研究内容

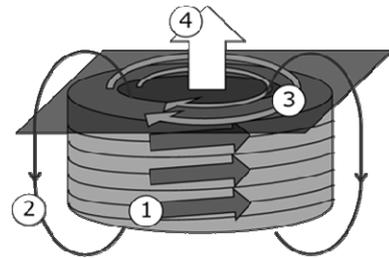
1. 電磁成形を用いたCFRPとチタン・チタン合金との異種材接合

本実験では、電気抵抗の高い純チタンとチタン合金(Ti-6Al-4V)の2種類の金属と熱可塑性樹脂をマトリックスとするCFRPの板材を用いた。図2には本接合法の模式図を示す。電流を増幅させるため、平板型スパイラルコイルの上に矩形の銅板を置き、接合に用いる金属を銅板にブリッジさせて抵抗加熱を行うとともに、電磁力によるCFRPとの圧接を行うことができるようにした。この実験手法により、CFRPとチタン、チタン合金の直接接合に成功し、接合強

度に関する比較を行った。

2. 有限要素法を用いた接合加工シミュレーション

電磁成形による接合は、非常に速い速度で加工が行われるため、圧接の瞬間の板材の磁場分布、温度分布、応力分布などが重要となる。また、電磁力は磁場中で発生するため広範囲に作用する。これらを一一つ手計算によって求める事は非常に困難である。そこで本研究では、有限要素法を用いた磁場・熱・構造の連成解析を行い、磁束密度や電磁力、温度、応力などの分布を可視化することで、強度予測や加工メカニズム解明を目指している。



- ①電流を印加 ②コイル周囲に磁場発生
③渦電流が誘発 ④電磁力が発生

図1 電磁成形の原理

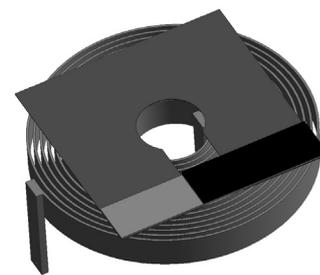


図2 電磁接合の模式図

代表発表者 原田 祥久¹(はらだ よしひさ)
中田 堯人²(なかだ あきと)
所 属 1:国立研究開発法人産業技術総合研究所
製造技術研究部門
2:筑波大学大学院システム情報工学研究群
構造エネルギー工学学位プログラム
問合せ先 〒305-8564 茨城県つくば市並木 1-2-1
TEL:029-861-7169 FAX:029-861-7853
harada.y@aist.go.jp

■キーワード: (1)電磁成形
(2)有限要素法解析
(3)マルチマテリアル