

電磁成形を用いた CFRP と金属の 接合加工技術に関する研究

SATテクノロジー・ショーケース2019

■ 研究背景

近年、地球温暖化や化石燃料の高騰を背景に、自動車、鉄道車両、航空機などの輸送機器の軽量化・低燃費化への取り組みが積極的に行われている。軽量化のための手法としては高張力鋼板などの高強度材を用いることで、板厚を低減する手法などが積極的に行われている。一方で、部材の剛性などを考慮すると板厚の低減には限界があるため、部分的に軽量素材を用いるマルチマテリアル化への期待が高まっている。そのマルチマテリアル化には異種材料の接合・接着・締結技術の開発が重要となる。本研究で取り扱う電磁成形は、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場を発生させ、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の反発を利用して塑性加工を行う手法である。また、この磁気力を用いた場合、加工される金属板は、数100m/sという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に実現できるといったメリットがある。

一方、電磁成形では金属と金属の接合に関しては多数報告されているものの、金属と樹脂との接合に関する報告はほとんど見られない。しかし、電気抵抗の高い金属に誘導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、金属と樹脂との圧接による接合も期待できる。

本研究では、電磁成形を用いてチタン板材と樹脂板材との接合を行い、加工条件、材の表面や形状による加工性能と発熱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金属と樹脂の新しい加工手法の提案、その加工メカニズムの解明に取り組んでいる。

■ 研究内容

1. 接合実験

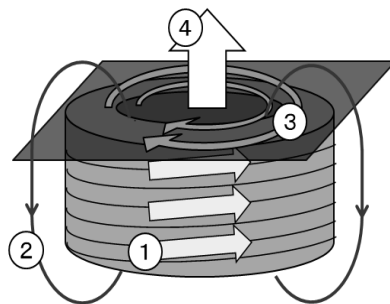
本研究では、電気抵抗の高い金属として純チタンとチタン合金(Ti-6Al-4V)の二種のチタン板材を、樹脂としてはナイロン66(PA66)の板材を用いた。チタンの電気抵抗は直4端子法により調べた。また、樹脂の熱的特性は示差操作熱量計(DSC)により調べた。図1示す電磁成形機を用いてこれらの板材の圧着接合を行った。

2. 有限要素法を用いた磁場・熱・構造解析

電磁成形は数100m/sという非常に速い速度で加工が

行われるため、圧着の瞬間の板材の磁場分布、温度分布、応力状態などが重要である。

また、電磁力は磁場中で発生するため広範囲に作用、これら一つ一つを手計算によって求めること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連成解析を行うことで、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明らかにし、また、種々の条件で数値解析を行い、成形出の挙動の予測も行った。



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

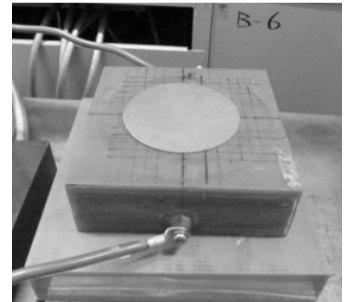


図1 電磁成形のメカニズムおよび電磁成形用コイル

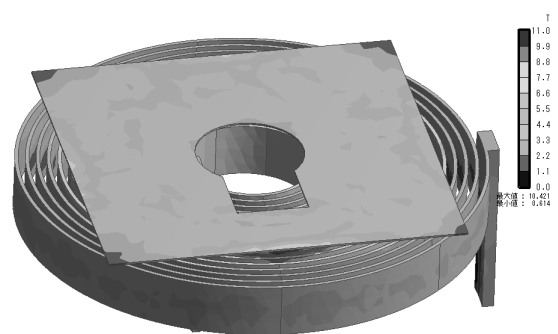


図2 FEM解析による磁束密度分布

代表発表者 原田 祥久¹ (はらだ よしひさ)
野村 悠² (のむら ゆう)

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科
構造エネルギー工学専攻

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)マルチマテリアル化

■共同研究者: 松崎 邦男
産業技術総合研究所
製造技術研究部門