



Title	熱可塑性CFRPの直接加熱による融着接合および連続積層成形に関する研究
Author(s)	田邊, 大貴
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/55909">https://doi.org/10.18910/55909</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏 名 ( 田 邊 大 貴 )	
論文題名	熱可塑性CFRPの直接加熱による融着接合および連続積層成形に関する研究
論文内容の要旨	
<p>本論文は、熱可塑性CFRPの直接加熱による電気式融着接合と高周波誘導融着接合および連続積層成形に関して実験的に評価した論文であり、全7章で構成した。</p> <p>第1章では、緒論として熱可塑性CFRPの融着接合および成形の現状および課題について述べ、研究目的を記述した。</p> <p>第2章では、電気式融着接合に適する熱可塑性CFRP積層板の繊維強化形態を明らかにすることを目的に、単一のNi-Cr線および複数のNi-Cr線を抵抗発熱体として、一方向および織物の熱可塑性CFRP積層板の電気式融着接合を行った。その結果、通電方向と積層板内部の炭素繊維方向が同一の場合では過剰なジュール発熱が生じ、融着接合に不適であることを確認した。融着面に樹脂フィルムを挿入することで、Ni-Cr線から積層板への漏電を抑制可能であることを確認した。</p> <p>第3章では、金属製の抵抗発熱体を用いた電気式融着接合時に問題となる接合強度やリサイクル性を向上させることを目的に、第2章で得られた知見を基にして、炭素繊維束および開繊炭素繊維を抵抗発熱体に用いて炭素繊維を直接加熱する電気式融着接合手法を新たに提案した。本手法を用いて、印加電圧や通電時間などの種々の融着条件が樹脂の熔融挙動に与える影響を評価して融着メカニズムを明らかにした。抵抗発熱体の開繊炭素繊維の繊維方向を引張せん断方向に配置した場合は、引張せん断強度の大幅な向上が確認され、炭素繊維製の抵抗発熱体の有用性を確かめた。</p> <p>第4章では、熱可塑性CFRP積層板を高周波誘導融着接合することを目的に、一方向および織物の熱可塑性CFRP積層板を高周波誘導加熱により直接加熱した際の温度分布を評価し、高周波誘導加熱に適する積層板の繊維強化形態を明らかにした。また、加圧ローラーを用いて熱可塑性CFRPを移動させながら高周波誘導融着接合することで、生産性の高い融着接合手法の可能性を確かめた。</p> <p>第5章では、近赤外線加熱および高周波誘導加熱された加圧ローラーの複数の加熱源を用いて、熱可塑性CFRPのプリプレグテープを連続的に積層成形可能な成形手法を提案した。提案した連続積層成形手法を用いて、ヒータ距離や送り速度などの種々の成形条件を変化させ、プリプレグテープの温度分布、水分除去率や接合強度などを評価し、積層成形時の成形メカニズムを明らかにした。</p> <p>第6章では、第5章で提案した連続積層成形手法をさらに応用するために、複数本のプリプレグテープを多層で連続積層成形可能な装置の開発とパイプ成形への展開について述べた。また、第3章で提案した炭素繊維を抵抗発熱体を用いた電気式融着接合手法を熱可塑性CFRP製パイプ継手の融着接合に応用する手法を新たに提案した。</p> <p>第7章では、各章で得られた研究成果と今後の展望をまとめ、結論とした。</p>	

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 田 邊 大 貴 )			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教授	大村 悦二
	副 査	教授	平田 好則
	副 査	教授	上西 啓介

## 論文審査の結果の要旨

自動車や航空機等の輸送機器の省エネルギー化を目的に、構造材料の軽量化が進んでおり、主要な構造部品の材質を金属から炭素繊維強化プラスチック（CFRP）に置き換えることにより、軽量化を実現し、燃費が大幅に向上される。これまでCFRPの母材に用いられてきた熱硬化性樹脂は、成形後は再加熱しても再溶融することができないため、リサイクル性に大きな課題がある。そのため、近年では熱可塑性樹脂を母材として用いた熱可塑性CFRPへの期待が高まっている。熱可塑性CFRPは成形後も再加熱することで再溶融が可能であるためリサイクル性に優れているが、高度な成形加工技術が求められる。本研究は、直接加熱による電気式融着接合と高周波誘導融着接合および連続積層成形に関して実験的に評価した論文であり、従来手法と比較して接合強度やリサイクル性および生産性の向上が実現可能であると言える。本研究の成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 電気式融着接合に適する熱可塑性CFRP積層板の繊維強化形態を明らかにすることを目的に、Ni-Cr線を抵抗発熱体として、一方向および織物の積層板の電気式融着接合を行っている。その結果、通電方向と積層板の炭素繊維方向が同一の場合では過剰なジュール発熱が生じ、融着接合に不適であることを確認している。
- (2) 接合強度やリサイクル性を向上することを目的に、炭素繊維束および開繊炭素繊維を抵抗発熱体に用いて炭素繊維を直接加熱する電気式融着接合手法を提案している。本手法を用いて、種々の融着条件が樹脂の溶融挙動に与える影響を評価して融着メカニズムを明らかにしている。開繊炭素繊維の繊維方向を引張せん断方向に配置した場合では、引張せん断強度の大幅な向上が確認され、炭素繊維製の抵抗発熱体の有用性を確かめている。
- (3) 一方向および織物の熱可塑性CFRP積層板を高周波誘導加熱により直接加熱した際の温度分布を評価し、高周波誘導加熱に適する積層板の繊維強化形態を明らかにしている。また、加圧ローラーを用いた生産性の高い融着接合手法の可能性を確かめている。
- (4) 近赤外線加熱および高周波誘導加熱された加圧ローラーの複数の加熱源を用いて、熱可塑性CFRPを連続的に積層成形可能な成形手法を提案している。提案した連続積層成形手法を用いて種々の成形条件を変化させ、温度分布、水分除去率や接合強度などを評価し、積層成形時の成形メカニズムを明らかにしている。
- (5) 提案した連続積層成形手法をさらに応用するために、複数本のプリプレグテープを多層で連続積層成形可能な装置の開発とパイプ成形への展開を提案し、炭素繊維を抵抗発熱体に用いた電気式融着接合手法を熱可塑性CFRP製パイプ継手の融着接合に応用する手法を新たに提案している。

以上のように、本論文では接合強度やリサイクル性、生産性の向上に貢献可能な融着接合手法および連続積層成形手法を提案しており、熱可塑性CFRPの新たな成形加工プロセスの開発に寄与するところが大きい。一連の研究成果は学術面での独創性と完結性、工業的有用性が認められる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。