

研究課題名 熱可塑 CFRP の直接その場成形プロセスの解明と  
実用展開



名古屋大学・大学院工学研究科・教授

いしかわ たかし  
石川 隆司

研究分野： 総合工学、航空宇宙工学  
キーワード： 構造・材料、複合材料

【研究の背景・目的】

炭素繊維強化複合材料(CFRP)は、同じ重量の構造用鋼と比較して約 10 倍の強度があり、耐食性にも優れるため、製品のエネルギー効率の向上や寿命の拡大に寄与し、持続可能社会に不可欠の材料として期待されている。しかしながら、高強度な CFRP は、素材となるプリプレグ(樹脂を予め染みこませた繊維のシート)や成形設備であるオートクレーブ(高温高圧でプリプレグを硬化させる釜)が高価であり、かつ、製作に長時間を要するので、製品が高価なものになってしまう。また、リサイクル性も悪く、オートクレーブのサイズの制限により実用的な製作可能な最大サイズにも限界がある。

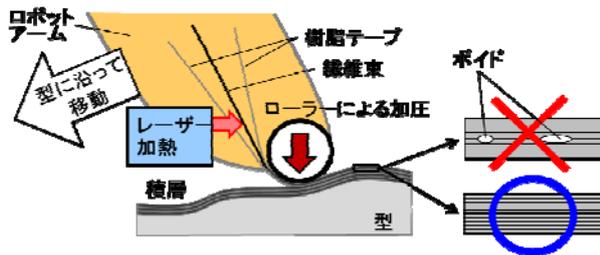


図 1 直接その場成形法概念図

そこで、低コストでリサイクル可能な CFRP の成形法として、プリプレグやオートクレーブを用いず、熱可塑樹脂(加熱により柔らかくなる樹脂)テープと炭素繊維束を直接、最適方向へ積層し、加熱・加圧、硬化を行う手法(直接その場成形法;図 1)を提案し、各プロセスの基礎現象を解明し、さらに実用に向けた評価法を確立する。そして、この方法における、繊維や樹脂の熱伝導、樹脂同士の融着、樹脂の繊維への含浸や、ボイド(気泡)の発生、消滅、放出を含むマクロからミクロに至る熱可塑 CFRP(CFRTP)の成形プロセスを解明する。また、成形条件やボイド、繊維配向等のミクロ、メゾレベルの内部構造と CFRTP の強度の関係や超高速現象である CFRTP の破壊プロセスを解明する。これらの現象の解明により、低コスト CFRTP を高強度にするための最適な成形条件と内部構造を探求することを目的とする。

【研究の方法】

直接その場成形法の実現可能性を調べるために、主要部分を抽出した簡易モデルを製作し、レーザー強度、加圧、送り、繊維や樹脂の種類や厚さ、繊維

配向等の成形条件や内部構造と材料中のボイドや材料の強度等の関係を調べる。ボイドの生成、放出に関しては、プロセス途中の材料を製作しデジタル顕微鏡等により観察評価する。

衝撃破壊試験においては、高速ビデオカメラや速度干渉法を用いた観察や数値シミュレーションにより高速衝突時の動的挙動を解析し破壊機構を解明する。得られた結果を分析し、耐衝撃破壊特性の改善等 CFRTP を高強度にするための最適な成形条件、内部構造を科学的に明らかにする。

【期待される成果と意義】

プリプレグテープにより CFRP を成形する装置自体の開発は欧米を中心に行われてきており、数は少ないが製品となっている。しかしながら、成形プロセスの科学的な理解は進んでいない。当該研究課題では、新たにレーザー融着による直接その場成形法を提案し、成形プロセスおよび破壊プロセスを科学的に解明することにより、CFRTP をより高品質なものとするための最適な成形条件と内部構造を設計する方法の提案を世界に先駆けて行おうというものである。この結果、低コストでも高強度で性質のばらつきも少ない高品質な CFRTP の製作が可能となり、CFRTP の利用対象を著しく拡大し、持続可能社会実現に向けて大きな貢献ができるものと考えている。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- T. Ishikawa, et al., "Some Experimental Findings in Compression-After-Impact Tests of CF/PEEK(APC-2) and Conventional CF/Epoxy Flat Plates," Composites Science and Technology, Vol. 55 No. 8, pp. 349-363, (1995).
- Y. Yamada, et al., "Three-dimensional Measurement of CFRP Deformation during High-speed Impact Loading," Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, Vol. 646, pp. 219-226, (2011).

【研究期間と研究経費】

平成 25 年度 - 29 年度  
174,100 千円

【ホームページ等】

<http://structure.nuae.nagoya-u.ac.jp/>