

ファイバーレーザー加工した 炭素繊維強化複合材料の劣化・損傷評価

SATテクノロジー・ショーケース2015

■ はじめに

炭素繊維強化複合材料(Carbon Fiber Reinforced Plastic, CFRP)(図1)は従来の構造要素と比較し、高強度・高剛性・軽量であることから重要な材料とされている。近年、航空宇宙産業・輸送機器分野において需要が拡大しつつあるが、広範な利用には至っていない。その理由の一つに難加工性が挙げられる。従来の機械加工では、加工速度と加工品位の両立が難しく、工具摩耗が激しいといった課題がある。この課題を克服するための方法としてレーザー加工があり、その中でも高出力・高速加工に期待できるファイバーレーザーが注目されている。

本研究では、ファイバーレーザー加工がCFRPに及ぼす熱損傷に着目し、最新の非破壊検査技術を用いて劣化・損傷評価を行った結果を紹介する。

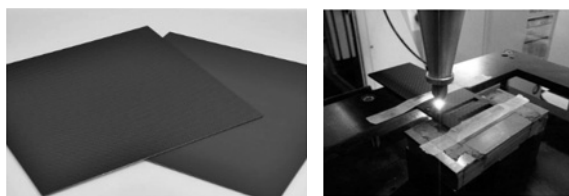


図1 CFRPとファイバーレーザー加工

■ マイクロX線CTを用いたレーザー加工熱損傷の観察

レーザー加工したCFRPのX線CT像を図2に示す。図2(a)から出力2.0 kWのファイバーレーザー加工によって生成した熱損傷領域(Heat Affected Zone, HAZ)が明瞭に観察できる。また、(b)に示す3.3 kWの高出力加工では加工速度を高速化することが可能となり、HAZを抑制することができた。

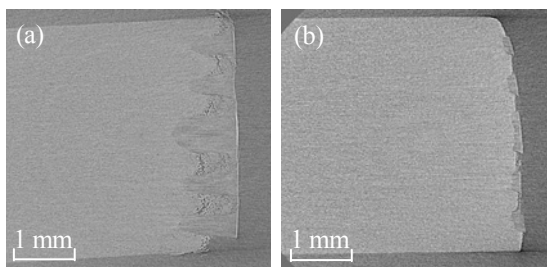


図2 X線CTによるレーザー加工材の観察像
(a) 2.0 kW, 2.0 m/min (b) 3.3 kW, 6.0 m/min

■ アコースティック・エミッションを用いた損傷評価

図3にレーザー加工材の引張強度を示す。HAZが小さい3.3 kWファイバーレーザー加工試験片が、機械加工(MC)試験片に次ぐ強度を示し、HAZが大きい2.0 kWファイバーレーザー加工試験片は最も低い値を示している。以上の結果からHAZと引張強度には相関があると予測される。また、引張試験において、アコースティック・エミッション法により、CFRPの破壊に伴う弾性波の測定を行った。図4に2.0 kWファイバーレーザー加工試験片の引張応力と弾性波検出回数時間の推移を示す。図より試験初期から多くの破壊が発生し、その後も破壊が継続していることが分かる。

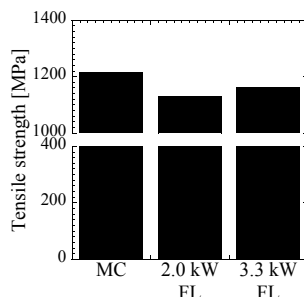


図3 引張強度

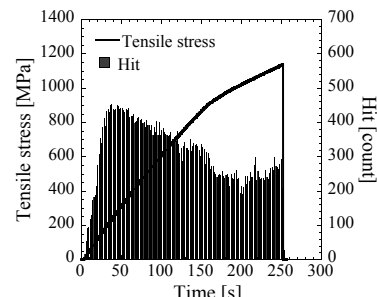


図4 引張応力と弾性波検出回数の時間推移

■ 赤外線サーモグラフィを用いた熱弾性応力解析

熱弾性応力解析によるHAZの応力分布測定を行った。図5にその様子を示す。赤外線サーモグラフィより取得した図6(a)における低応力分布領域と、X線CT像(b)におけるHAZが一致していることから、荷重負担面積の減少が機械的特性低下の一因であると考えられる。

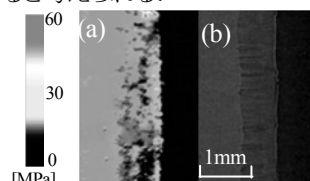
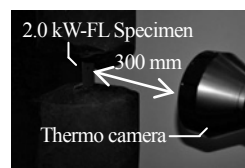


図5 赤外線サーモグラフィ測定の様子
図6 HAZにおける低応力場
(a)熱弾性応力解析 (b)X線CT像

■ 謝辞

本研究の一部はNEDOプロジェクト「次世代素材等レーザー加工技術開発プロジェクト」の委託により行われた。

代表発表者 原田 祥久 (はらだ よしひさ)
高津 周平 (こうづ しゅうへい)

所属 (独)産業技術総合研究所
先進製造プロセス研究部門

問合せ先 〒305-8564 茨城県つくば市並木 1-2-1 つくば東
TEL:029-861-7169 FAX:029-861-7853
harada.y@aist.go.jp

■キーワード: (1)先進複合材料
(2)ファイバーレーザー加工
(3)劣化・損傷評価