

ナノ秒レーザーを用いた CFRP の切断加工と 熱的影響領域の雰囲気ガス依存性 I

Experiment study on CFRP processing with nanosecond laser under several gas ambiances I

阪大院工¹, 阪大接合研², 阪大工学³

○松岡史浩¹, 塚本雅裕², 山下顕資³, 佐藤雄二², 升野振一郎², 高橋謙次郎²,

Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.¹, JWRI, Osaka Univ.², Osaka Univ.³

Fumihiko Matsuoka¹, Masahiro Tsukamoto², Kensuke Yamashita³, Yuji Sato², Shinichiro Masuno²,

Kenjiro Takahashi².

E-mail: matsuoka@jwri.osaka-u.ac.jp

【背景】 炭素繊維強化プラスチック(CFRP: Carbon Fiber Reinforced Plastic)は、比強度や比弾性率が高いため、自動車や航空機の燃費向上が期待される軽量化新素材である¹⁾。CFRPの加工方法の一つとしてレーザー加工がある。レーザー加工は形状に依らない加工や乾式加工を行なえるといった特徴がある。しかし、CFRPにレーザー照射すると、照射部付近に熱的影響領域(HAZ)が発生する。HAZが発生するとCFRP強度低下の原因になってしまう²⁾。これまでにHAZはCFRP表面の樹脂が分解され、炭素繊維が露出した繊維露出領域(MEZ: Matrix Evaporation Zone)と樹脂がレーザー照射により変質した樹脂変質領域(RAZ: Resin Alternation Zone)で構成されていることを明らかにした。しかし走査型電子顕微鏡(SEM)を用いた評価方法ではMEZとRAZの区別は出来なかった。そこで我々はラマン散乱分光測定を用いたCFRP表層に形成されるHAZの定量的な評価方法を開発した。さらに大気、アルゴン、窒素の各雰囲気下でレーザー照射時に形成されたMEZ及びRAZを解析し、HAZの形成因子を明らかにした。

【実験方法】 実験試料には、PAN系炭素繊維とエポキシ樹脂で成形した厚さ2.2mmのクロスCFRPを用いた。図1にCFRPのナノ秒レーザー加工実験装置の概略図を示す。レーザーは波長1064nmのQスイッチNd:YAGレーザーを用い、パルス幅、繰り返し周波数はそれぞれ6ns、10Hzである。エネルギー減衰器を用いてレーザー強度を 4.2×10^9 W/cm²に調整した。チャンバー内にCFRPを配置して減圧し、その後、各種雰囲気ガスを1気圧まで封入する。レーザーをCFRPに照射し、掃引する。レーザースポット径は、後方に配置したCCDカメラで測定し、スポット径100 μ mに設定した。レーザー照射後の試料をラマン散乱分光測定器で測定し、HAZの評価を行なった。

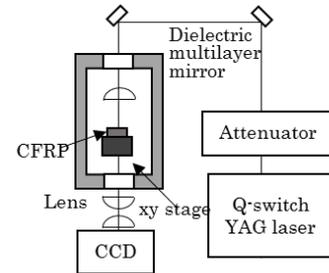


図1 実験装置概略図

【実験結果】 図2の(a)、(b)、(c)に大気、アルゴン、窒素雰囲気下で切断加工したCFRPの加工溝から30 μ m間隔にラマン散乱光を測定し、波数2000cm⁻¹のマッピングを行った(表1)。その結果、大気でレーザー照射を行なったCFRPのMEZ及びRAZは、146、262 μ mであった。アルゴン、窒素雰囲気下でレーザー照射を行なったCFRPのMEZはそれぞれ30 μ m以下となった。またRAZはアルゴン及び窒素雰囲気下ではそれぞれ200 μ m、93 μ mであり、窒素雰囲気下でレーザー照射した試料が最もHAZが小さくなった。

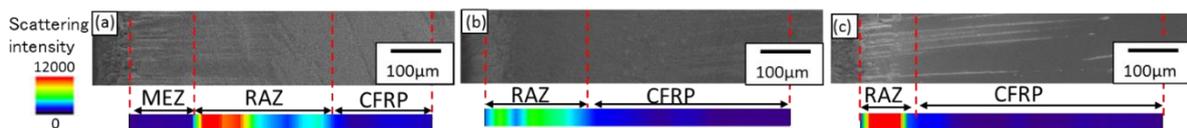


図2 ラマン分光測定 (a)大気 (b)アルゴン (c)窒素

【参考文献】

(1)Sato, Y.: Effect of Laser Wavelength on Material Processing of Carbon Fiber Reinforced Plastics, The Review of Laser Engineering, 42-4(2014)335

(2)Dirk Herzog.: Investigation on the thermal effect caused by laser cutting with respect to static strength of CFRP, International journal of Machine Tools & Manufacture,48 (2008),1464-1473

表1 雰囲気ガスのHAZへの影響

	MEZ(μ m)	RAZ(μ m)	HAZ(μ m)
Air	146	262	408
Argon	<30	200	200
Nitrogen	<30	93	93