

CFRP 加工部材の赤外線サーモグラフィを用いた損傷評価

SATテクノロジー・ショーケース2017

■ はじめに

機械部品の設計においては、十分な品質を実現させるため、試作品に対する品質評価が繰り返行われている。中でも、疲労強度評価に際しては、部品に発生する応力を測定することが不可欠となっている。応力測定にあたっては、従来はひずみゲージ法によって測定される場合が多い。しかし、同法では応力分布を点情報としてしか測定できないため、破壊の起点となる応力集中部を見逃す危険性があり、安全性向上における課題の一つである。

そこで、本研究では応力分布を面情報として評価可能な赤外線サーモグラフィを適用し、その応力状態や損傷の程度を解析した。対象材料として、輸送機器の軽量化・低燃費化の実現が期待されている炭素繊維強化複合材料(CFRP)のレーザー加工部材に適用した。

■ 赤外線サーモグラフィの測定原理

固体材料に断熱的に弾性変形が生じるとき、固体内部には熱弾性効果にもとづく微小な温度変化が生じることが知られている。また、塑性変形が生じる応力まで上昇させた場合には不可逆的な温度変化が生じる。前者 ΔT_E は主応力和と相関関係にあるため熱弾性応力解析と呼び、後者 ΔT_D は発生するき裂や欠陥によって生じる散逸エネルギーによる温度変化と呼ぶ(図1)。これらの解析には高精度な温度測定が必要となる。そこで本手法では、試験片に繰り返し応力を負荷し、その際に生じる温度変化をサーモカメラで読み取り、この温度変化と、ロードセルから発生する荷重信号を周波数同期させることで、風等の不定期なノイズを除去することができ、分解能を向上することができるロックイン処理を用いて測定した(図2)。

■ 赤外線サーモグラフィを用いた熱弾性応力解析

熱弾性効果を利用した熱弾性応力解析によってCFRPレーザー加工部材の熱損傷領域の応力分布測定を行った。CFRPは高出力レーザー加工によって熱損傷を生じるが、その領域を撮像した結果を図3(b)と(c)に示す。この領域における画像とラインプロファイルから低応力分布が見られ、(a)に示すX線透過像と一致している。このように赤外線サーモグラフィによって損傷域の応力可視化が可能となり、機械部品の設計に大いに活用が期待される。

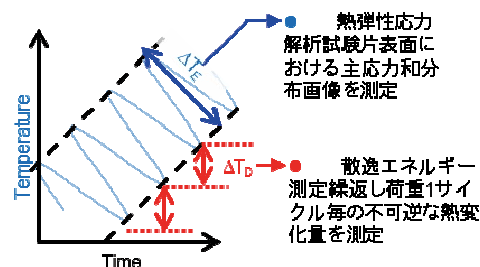


図1 熱弾性応力と散逸エネルギー解析

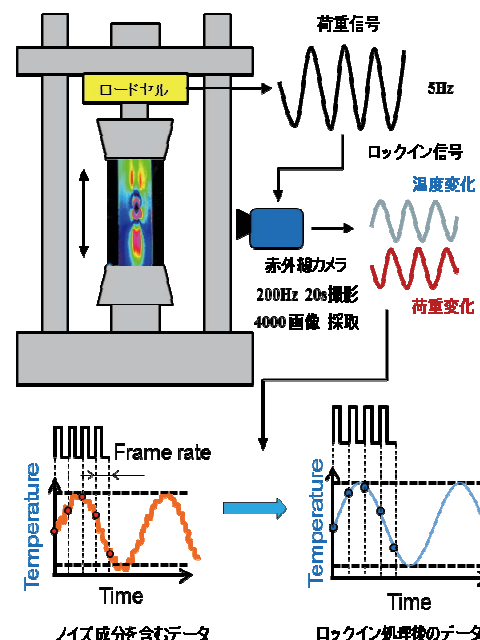


図2 温度精度を高めるために用いたロックイン処理

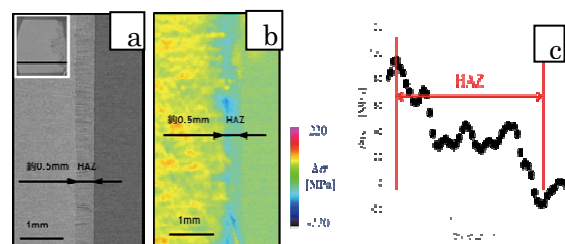


図3 CFRP レーザー加工部材のX線透過像と熱弾性応力解析結果

代表発表者 原田 祥久¹(はらだ よしひさ)
張 兆陽²(チョウ チョウヨウ)
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 つくば東
TEL:029-861-7169 FAX:029-861-7853
E-MAIL:harada.y@aist.go.jp

■キーワード: (1) 赤外線サーモグラフィ
(2) CFRP
(3) 損傷評価

■共同研究者: 新納弘之
国立研究開発法人 産業技術総合研究所
機能化学研究部門