

渦電流プラスプローブを用いた炭素繊維強化プラスチック に対するきず検出に関する研究

日大生産工(院) ○鳥海 純一 本宮 寛憲 小野寺 大介
日大生産工 小山 潔

1 まえがき

炭素繊維強化プラスチック (CFRP) とは、炭素繊維を強化材とした複合材で軽量かつ高強度である特長を持つため、航空機や自動車などに適用されている。しかしながら、強い衝撃を受けると、樹脂割れ、層間剥離、繊維破断などにより力学強度が低下する問題がある。現在使用されている非破壊検査方法は、超音波探傷法や放射線透過法が用いられている。しかし、検査に長時間かかることや、大掛かりな装置が必要である。渦電流探傷法を適用することにより、高速で簡便に検査できるため検査効率の向上が期待できる。

筆者らは、直交積層の CFRP の人工きずに対して、プラスプローブ 1)を用いた場合にきず検出が可能であることを報告してきた。今回は、直交積層の CFRP の実損傷を模した衝撃きずをプラスプローブによる検出と評価の結果について報告する。

2 プラスプローブによる渦電流探傷原理

CFRP は導電性をもつため、電磁誘導現象を利用する渦電流探傷法が適用できる。円形横置ききの励磁コイルと矩形縦置ききの検出コイルから構成される Θ プローブ 2)によれば、織物 CFRP に対しては SN 比高くきず検出ができることを確認している。しかし、直交積層の CFRP に対しては、SN 比が低い問題がある。そこでプラスプローブを提案する。プラスプローブの構造図を図 1 に示す。このプローブは縦置き矩形の励磁コイルと 2つの縦置き検出コイルから構成される。

図 2 に試験体が等方材の場合におけるプラスプローブの探傷原理を示す。励磁コイルは

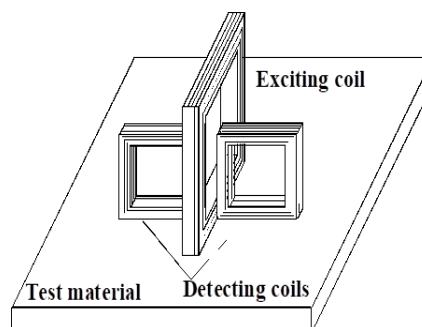


図1 プラスプローブの構造図

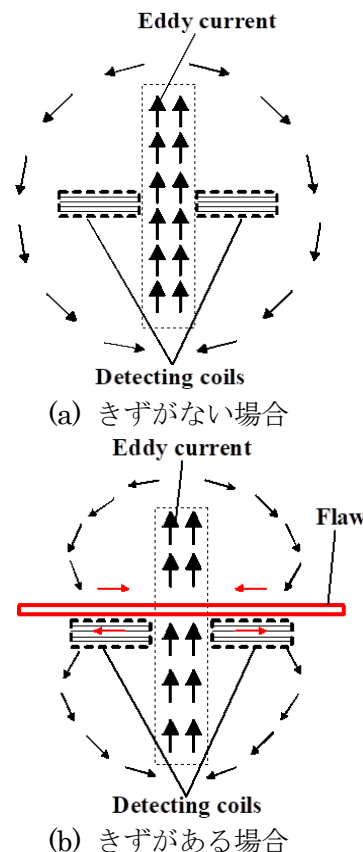


図2 プラスプローブの探傷原理

Study on flaw detection for carbon fiber reinforced plastic using
eddy current plus probe

Junichi TORIUMI, Tomonori HONGU Daisuke Onodera and Kiyoshi KOYAMA

巻線方向に2つの半円状の渦電流を誘導し、検出コイルは渦電流によって発生する磁束の変化を信号として検出する。図2(a)での試験体にきずがない場合、電磁誘導により励磁コイルの巻線方向に2つの半円状に渦電流が誘導され、検出コイルの巻線を鎖交する磁束は原理的にはなく起電力は誘起されないため、信号は検出されない。図2(b)でのきずがある場合、渦電流はこれを避けるように誘導され、渦電流による磁束が検出コイルを鎖交し、起電力を誘起し信号を得る。

3 実験方法

作成したプラスプローブの矩形縦置き励磁コイルの寸法は巻線の長さとし、高さを19mmとし、巻線断面積を $1 \times 1 \text{ mm}^2$ とした。2つの矩形縦置き検出コイルの寸法は長さを7mm、高さを9mm、巻線断面積を $1 \times 1 \text{ mm}^2$ とした。CFRP試験体は、一方向繊維のプレートを 90° ごと交互に積層させた直交積層のCFRPを使用した。試験体の寸法は、 $160 \times 160 \text{ mm}^2$ の正方形で板厚は3mmである。高さ1mから重さ1kgと2kgの鉄球を落としてできたきずを衝撃きずとした。試験周波数は2MHz、印加電圧7.5V、プローブを試験体の中心からXY軸方向ともに $\pm 50 \text{ mm}$ の範囲を0.5mm間隔で二次元走査させた。

4 実験結果および検討

図3(a)と(b)は、 Θ プローブとプラスプローブのきず信号振幅のカラー画像である。 Θ プローブはきずの検出が可能であるが繊維による雑音が多い。プラスプローブは、繊維による雑音が多く、衝撃きずを検出していることがわかる。重さ1kgの鉄球におけるSN比は、 Θ プローブは1.50、プラスプローブは5.95であった。重さ2kgの鉄球におけるSN比は、 Θ プローブは1.98、プラスプローブは11.1であった。

5 まとめ

CFRPに対してプラスプローブを用いた渦電流探傷法によるきず検出について検討した。実験の結果、衝撃きずに対してプラスプローブを用いた場合、きず検出が可能であるとわかった。 Θ プローブに比べてプラスプローブのほうが繊維方向の雑音が少ないこともわかった。今後は、励磁コイルの寸法を変えた場合や、

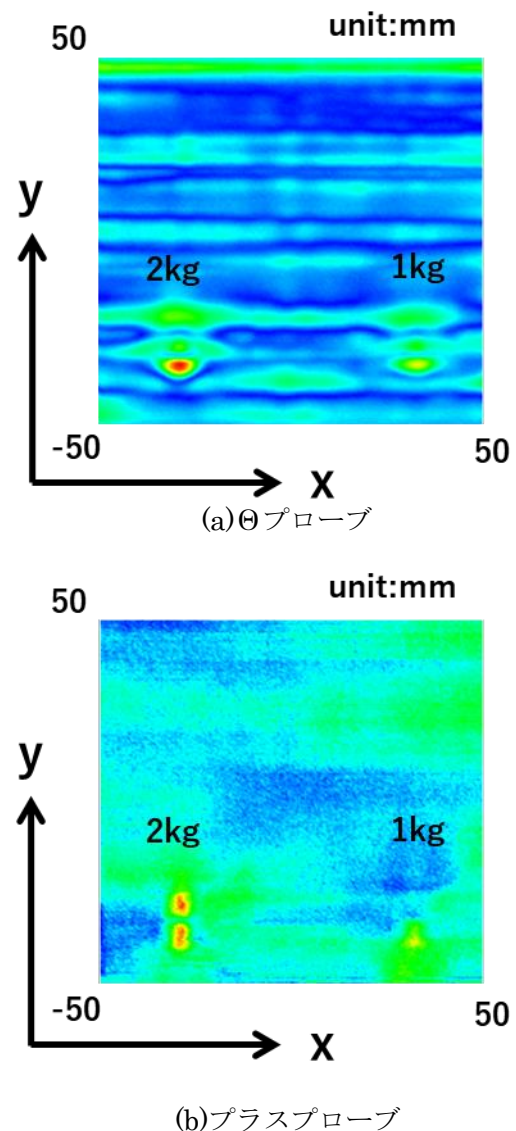


図3 きず信号振幅のカラー画像表示

信号処理によるSN比の改善を行っていく。

参考文献

- 1) 星川 洋、小山 潔 : きず深さ評価を目指したリフトオフ雑音が少ない渦電流探傷上置プローブの提案、非破壊検査第53巻5号(2004)pp288-293
- 2) 星川 洋、小山 潔、柄澤 英之 : リフトオフ雑音が発生しない渦電流探傷用新型上置プローブに関する研究、非破壊検査第50巻11号(2001)pp736-742