

炭素繊維複合材料に対する渦電流探傷試験に関する研究

日大生産工(院) ○野島 康暉

日大生産工 教授 小山 潔

1. はじめに

航空機や鉄道、橋梁などの設備を維持するべく行われる”非破壊検査”というものがある。中でも、渦電流探傷試験は、磁界の作用によって発生する渦電流の変化で傷を検知することができ、非接触かつ高速で試験を行うことができるメリットがある。しかし、CFRP(炭素繊維複合材料)の検査では、CFRPの導電率が低い点や、繊維方向に導電性を有する異方性材料が存在することからノイズも検出してしまう問題が発生した。そこで、従来のプローブよりもノイズが小さく検出性能の高いプローブを用いて、検出できるきずの厚みやきずの大きさを比較検討した。

2. θ プローブの構造と渦流探傷試験の原理

渦流探傷試験に用いる θ プローブは、励磁コイルと検出コイルを有する。Fig.1に示す θ プローブはリフトオフ雑音を発生しないプローブであり、円形の励磁コイルで渦電流を誘導し、短形の縦置検出コイルで渦電流を検出することで、きずのある時だけ発生する渦電流を検出する仕組みである。

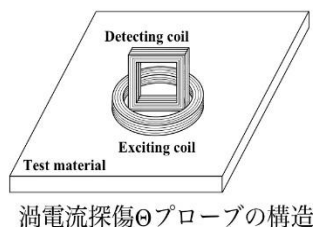
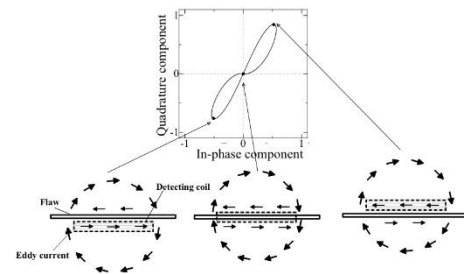
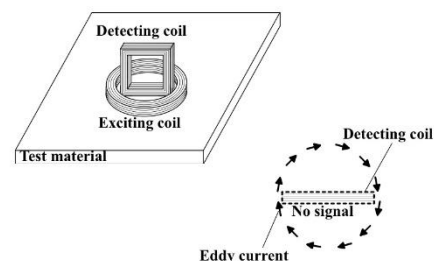
Fig1 θ プローブの構造

Fig.2には、 θ プローブを走査した際のきず信号と渦電流の流れを示す。Fig.2(a)に示しているのは、きずの真上をプローブが通過した際のきず信号と渦電流の流れである。励磁コイルの円周に渦電流を発生させ、検出コイルときずが平行な関係にある時、検出コイルの直下の両側で渦電流が逆向きに流れ、検出コイルの起電力は互いに消しあい、零となる。きずが検出コイルに対し図の上方か下方のいずれかに位置した場合について考えると、検出コイルの直下における渦電流は逆向きに流れるので、起電力は逆極性に発生する。すなわち、縦置検出コイルがスリット上のきずを垂直的に通過すると、8字型の信号を発生する。またFig.2(b)に示すように、きずがない場所をプローブが通過しても、検出コイルに起電力が発生しない。



(a) 平行なきずがある場合の渦電流の流れ



(b) きずが無い場合の渦電流の流れ

Fig2 検出コイル巻き線と渦電流の流れ

3. 実験方法

炭素繊維シートを $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ として重ねた疑似等方材料の CFRP を 2 つ用意する。1 つは、直径 7mm の穴をあけることできずを模した試験体。もう片方は、内部に $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ の非導電性の物体を挟むことできずを模した試験体とする。これにより、CFRP の外部損傷と内部損傷を比較検討することが可能である。尚、CFRP の厚みは 3mm とし、交流電圧は 15V、周波数は 3MHz、検出範囲は xy 方向に $\pm 25\text{mm}$ 、検出間隔は 0.5mm とする。

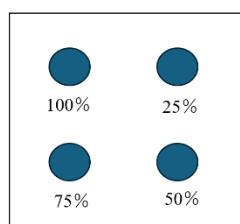


Fig3 外部損傷を模した試験体

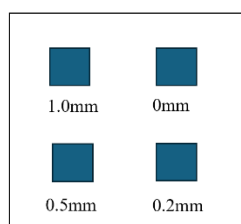


Fig4 内部損傷を模した試験体

4. 実験結果

Fig5 に、外部損傷を模したきずの測定結果を示す。深さ 100% から 25% の間で十分な測定が可能で、それぞれ大きな差異はない。

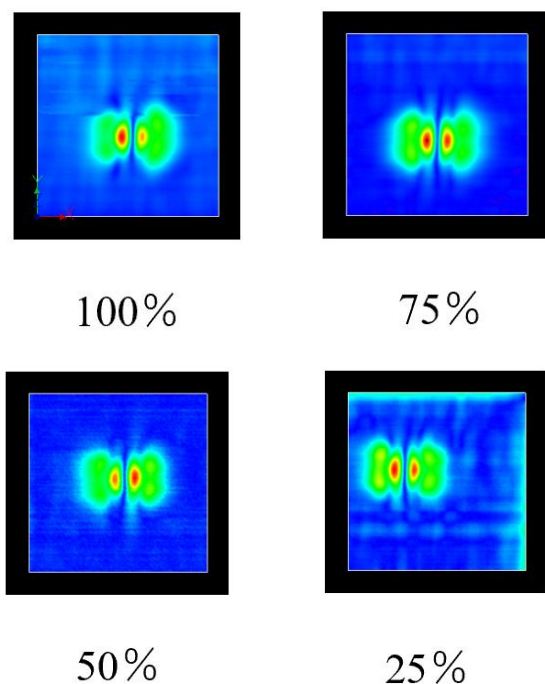


Fig5 外部損傷を模した CFRP の測定

Fig6 に、内部損傷を模したきずの測定結果を示す。外部損傷の結果と比較して全体的に損傷を付けた箇所がはっきりとしておらず、0.2mm と 0mm では図にノイズが走ってしまい、きずを検出出来なかった。

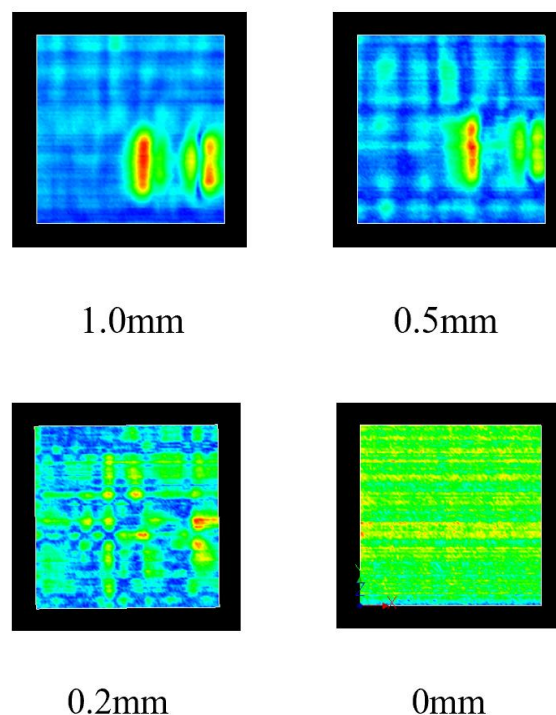


Fig6 内部損傷を模した CFRP の測定

5. あとがき

外部損傷に関してはきず深さに関わらず検出が可能である。一方、内部損傷は 0.2mm よりも薄いきず損傷だと検出が不可能である。これは、炭素繊維シート 1 枚の厚みが 0.2mm なので、それよりも薄いきずだと検出できないのではないかと考えられる。

今後の展望としては、厚みを変更した素材を用いることでどの深さまで探傷が行えるかを比較検討する。また、炭素繊維シートと同じ厚みの 0.2mm 前後で測定を行うことで今回の考察との照らし合わせを行う。さらに、きず検出の感度を調整することによって、雑音除去にも尽力したい。