

# 磁性材料の検査に向けた低周波渦電流探傷法の開発

田中 諒, 笹山 瑛由, 松尾 政晃 圓福 敬二  
(九州大学大学院システム情報科学府)

## 1 はじめに

非破壊検査とは、検査対象物を破壊せずに有害なきずを検出する技術である。非破壊検査は橋梁のデッキプレート部分やダム等の大型構造物を検査する際に用いられる。このような大型構造物には広く鋼材が用いられているが、鋼材は高い透磁率のため、表皮深さが非磁性材などに比べて極めて短くなる。それゆえ、厚い鋼材を渦電流探傷法で検査するためには低周波での検査が必要になる。

そこで本研究では、低周波による渦電流探傷法を用いた鉄板裏面のきずの検出方法を検討するため、3次元有限要素法による電磁界シミュレーションを行った。

## 2 方法

渦電流探傷法における試験コイルには様々な形状をしたものがあるが、本研究では、2つの励磁コイルを鉄板の上側に平行に配置した場合の電磁界シミュレーションを行った。コイルと鉄板の距離Z(リフトオフ)は5 mmであり、2つのコイル中心間の距離は95 mmとした。コイルは内径が35 mm、外径が45 mm、高さが2.8 mmの筒状ソレノイドコイルであり、巻数は18 turnとした。励磁電流の振幅は1 A、周波数は2, 4, 8, 16 Hzとして解析を行った。

検査対象物は板厚が10 mmの鉄板の裏面に、励磁方向と平行、および垂直方向に縦20 mm、横5 mm、深さ4 mm スリット状のきずがある鉄板(SM490A)とした。きずがある鉄板ときずが無い鉄板それぞれでZ = 5 mmの面での磁束密度分布を計算し、その差分をとることで、きずによる磁場変化を算出した。なお、磁束密度分布は、励磁電流と同相となる成分(実部, Re)および直交となる成分(虚部, Im)を求めた。

電磁界シミュレーションには電磁界解析ソフトウェアであるJMAGを用いた。計算コストを抑えるため、有限要素法における計算対象は、磁場分布の対称性を考慮して解析領域を半分とする解析モデル(1/2モデル)とした。

## 3 結果

Fig. 1に周波数が4 Hzにおける、差分をとったZ方向の励磁電流と同相成分の磁束密度分布を示す。なお、Fig. 1では励磁方向と垂直方向にスリット状のきずがある場合の結果を示している。Fig. 1に示すように、きずによって磁場変化が生じていることが確認できる。また、他の周波数でも同様にきずによって磁場変化が生じていることが確認できた。また、スリット状のきずの方向が励磁方向と平行の場合でも同様に磁場変化が生じていることを確認できた。

Fig. 2に計測値の最大値における磁束密度を示す。周波数の増加に伴い、差分磁束密度の実部が減少し、虚部が増加することが分かった。また、16 Hzにおいては、表皮効果の影響を受け、虚部の増加が飽和していることが確認

できる。

## 4 まとめ

本研究の電磁界シミュレーションで、鉄板のきずによって磁場変化が生じる事を確認できた。また、この磁場変化を測定することによって、きずの場所を特定することも可能だと分かった。今後は本研究で得たシミュレーション結果を考慮しながら、実際にきずの場所を特定する実験を行う。

## 謝辞

本研究の一部はJSTの戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の助成により行われた。

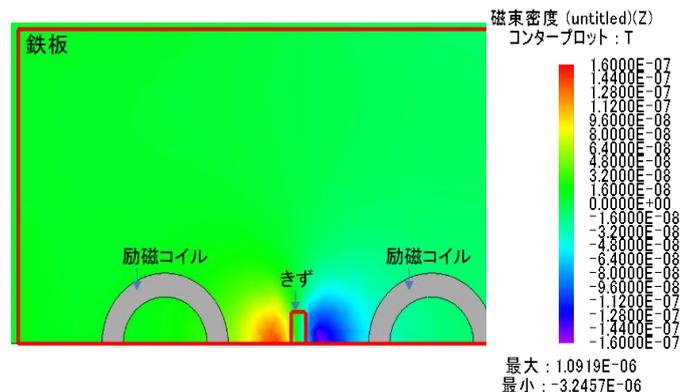


Fig. 1 The distribution of magnetic flux density caused by defect (Z-component, in-phase, 4 Hz).

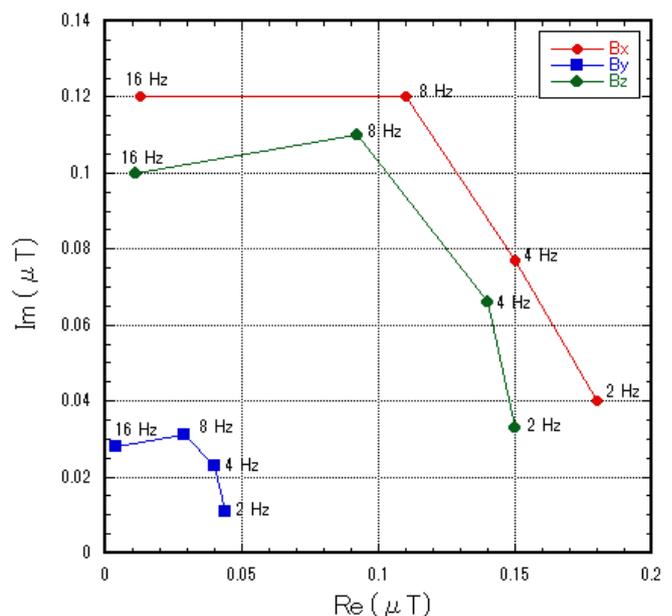


Fig. 2 Real and Imaginary part of the magnetic flux density caused by defect at different frequencies.