

(422)

渦流センサの基礎特性
(有限要素法を用いた電磁気センサの開発 第一報)

日本鋼管㈱技術研究所 菅谷 暢恭 井沢 繁 ○大川 登志男
安藤 静吾 川瀬 芳広
岡山大学 工学部 中田 高義 河瀬 順洋

1. 緒言

渦電流や漏洩磁束などの電磁誘導現象を利用したセンサの開発において、コイルの最適設計は重要な課題である。コイル設計に電磁場の有限要素法による解析を利用する第一ステップとして、シングルコイルのインピーダンス特性を計算と実験により求め、基礎的な検討を行なった。

2. 計算モデル

渦電流解析の基礎方程式を、磁気ベクトルポテンシャル \vec{A} (Wb/m) を用いて表わすと下記になる。

$$\vec{B} = \text{rot } \vec{A}$$

$$\text{rot}(\nu \cdot \text{rot } \vec{A}) = \vec{J}_0 - \sigma \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - \sigma \cdot \text{grad } \phi$$

ただし、 \vec{B} 、 \vec{J}_0 、 ν 、 σ は、それぞれ磁束密度、強制電流密度、磁気抵抗率、導電率であり、 $\text{grad } \phi$ は渦電流により作られる電界の基準を決める補正項¹⁾である。

計算対象のモデルとして、空芯のシングルコイルについて

① SUS 平板に対するリフトオフの変化 (Fig 1 参照)

② SUS 平板上の疵位置の変化 (Fig 2 参照)

を用い、2次元の有限要素法で解析した。

これに対応する実験では、インピーダンスを有効数字5桁の測定器で測定した。両者の対応を Fig 3、Fig 4 に示す。

Fig 3 は計算値と実験値が良く一致している。Fig 4 は、実験値に疵の長さによる影響が出るため、特に疵がコイル内にある場合は実験値と異なった特性を示している。

3. 結言

基礎的な検討の結果、2次元電磁場の有限要素法による計算結果は実験と良く対応がとれており、コイルの最適設計を行なう上で有効な手段となり得ることを確認した。

4. 参考文献

- 1) 中田、高橋：「電気工学の有限要素法」：1982；森北出版

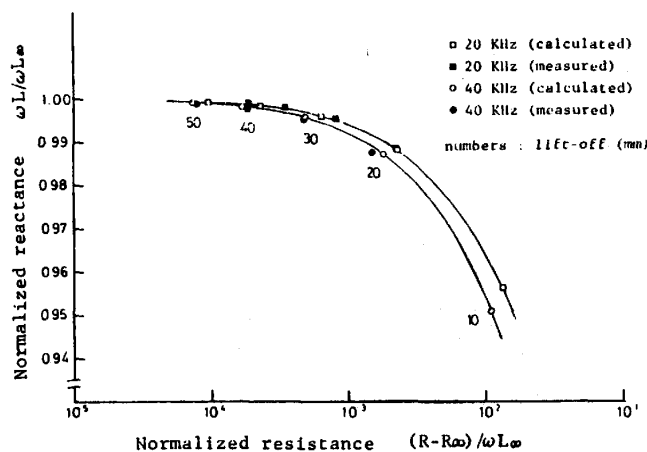
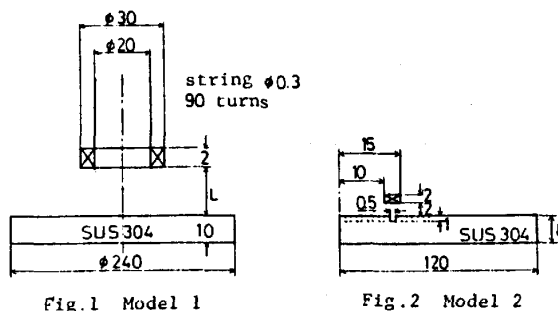


Fig. 3 Impedance characteristics for lift-off

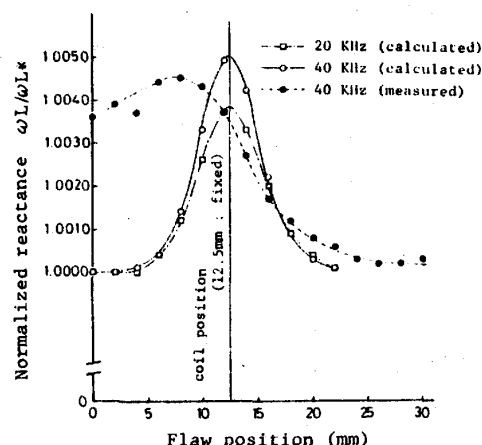


Fig. 4 Impedance characteristics for flaw position