

磁性鉄粉まで考慮した圧粉磁心の電磁界解析に関する検討

増井 出, 中村 健二, 一ノ倉 理
(東北大学)

Electromagnetic Field Analysis for Soft Magnetic Composite considering Magnetic Particles
Izuru Masui, Kenji Nakamura, Osamu Ichinokura
(Tohoku University)

1. はじめに

圧粉磁心は磁性鉄粉に絶縁被膜を施し、圧縮成型した磁性体であり、コア形状の自由度が高く、高周波鉄損が小さいなどの特長を有する。圧粉磁心の高性能化には、飽和磁束密度を高めながら、鉄損を低減することが必須であり、そのためには、磁性鉄粉の粒子径を小さく、かつ絶縁被膜の厚さを極力薄くするとともに、高い圧力で圧縮成型することで、鉄粉の充填率を上げることが必要不可欠である。しかしながら、極端に絶縁被膜を薄くすると、被膜不良によって磁性鉄粉同士が直接接接触する、あるいは被膜に導電性の不純物が入り込む等によって、磁性鉄粉間に渦電流が流れるなどの問題が生じる。

そこで本稿では、磁性鉄粉のサイズや絶縁被膜の厚さ、抵抗率などを勘案した圧粉磁心の最適設計法の確立を目的として、圧粉磁心内の磁性鉄粉まで考慮した電磁界解析について検討を行ったので報告する。

2. 磁性鉄粉を考慮した電磁界解析

有限要素法 (FEM) を用いて、圧粉磁心内の磁性鉄粉に流れる渦電流を解析するためには、非常に微細な磁性鉄粉を要素分割する必要がある。本稿では、Fig. 1 に示すように、磁性鉄粉 1 つの大きさを一辺 $140\ \mu\text{m}$ の立方体と仮定し、これを縦 6 個、横 6 個に等間隔に並べたモデルについて、渦電流の解析を行った。Fig. 2 に 3 次元 FEM モデルを示す。電磁界分布の対称性から 1/4 モデルを用いて、渦電流損失の解析を行った。なお、磁性鉄粉間の絶縁被膜の厚さは $0.7\ \mu\text{m}$ とし、被膜の抵抗率は Fig. 3 のリングコア試料を四端子法で測定した抵抗値から $23.2\ \text{m}\Omega\cdot\text{m}$ と試算した。

Fig. 4 に、単位体積当たりの渦電流損失の計算値と実測値を示す。この図を見ると、被膜の実効的な抵抗率を考慮することによって、精度の高い損失算定ができることが了解される。

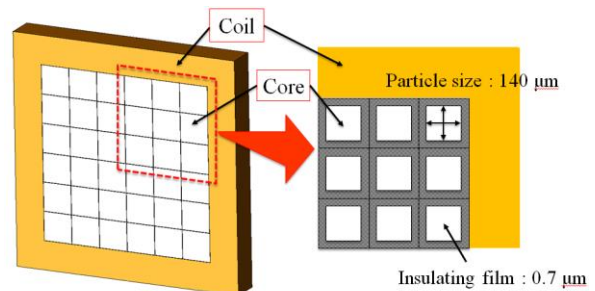


Fig. 1 Analysis model of SMC including magnetic particle.

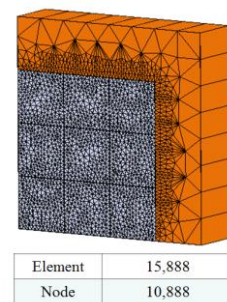


Fig. 2 3-D FEM model.



Outer diameter	55 mm
Inner diameter	45 mm
Height	5 mm

Fig. 3 Specifications of a ring core of SMC.

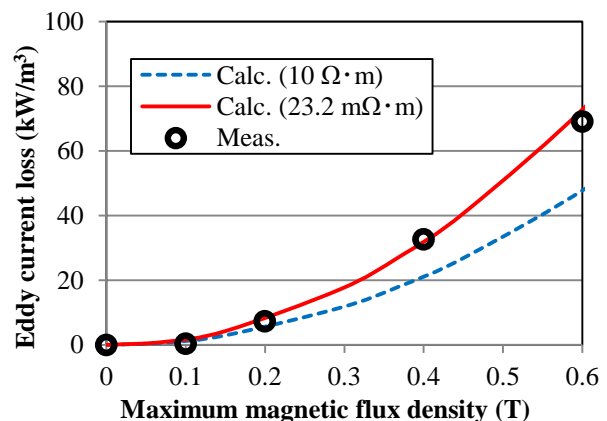


Fig. 4 Eddy current loss.