

ヒステリシスを考慮可能な磁気回路モデルを用いた 種々の磁性材料の鉄損算定

田中秀明, 中村健二, 一ノ倉理
(東北大学)

Iron loss Calculation of Soft Ferromagnetic Materials using Magnetic Circuit Model
considering Magnetic Hysteresis

H. Tanaka, K. Nakamura, O. Ichinokura
(Tohoku University)

はじめに

トランスやモータなどの電気機器の高効率化には、磁気ヒステリシスも含めた鉄損の定量的な算定が必要不可欠である。マイクロマグネティクスは磁壁や磁区の挙動を微視的に解析する手法であり、ヒステリシスや磁気飽和などの複雑な磁気現象を表現できるが、一般にモデルが大規模になるため、電気機器の解析に適用することは容易では無い。これに対し、いくつかの仮定を設けることで、モデルを簡略化する手法が提案されている⁽¹⁾。これを受けて、先に筆者らは、簡略化されたマイクロマグネティクスモデルを磁気回路法に取り入れることで、磁気ヒステリシスを簡便かつ精度良く算定する手法を提案した⁽²⁾。

本稿では、提案手法の適用拡大を目的とし、2種類の無方向性ケイ素鋼板、並びにアモルファス金属のヒステリシスループの算定を行ったので報告する。

ヒステリシスを考慮可能な磁気回路モデル

図1に、巻数 N の巻線が施され、交流電源に接続された鉄心と、これに対応する磁気回路モデルを示す。本モデルは、同図に示すように、直流ヒステリシスを LLG 方程式で計算し、交流損失を磁気インダクタンスと従属電源で計算する。LLG 方程式のパラメータは、実測した直流ヒステリシスを近似することで求められる。また、交流損失を表す素子のパラメータである γ_1 および γ_2 は、材料の高周波鉄損曲線を近似することで求まる。

提案手法の妥当性を確認するため、板厚 0.35 mm の一般的な無方向性ケイ素鋼板 (35A440) と板厚 0.20 mm の低鉄損の無方向性ケイ素鋼板 (20HTH1500)、およびアモルファス金属のヒステリシスループを実測し、計算結果と比較を行った。図2に、ヒステリシスループの実測値と計算値を示す。これらの図を見ると、提案手法によって種々の磁性材料のヒステリシスループを精度良く算定できることが了解される。

参考文献

- 1) 古屋, 藤崎, 上原, 清水, 大島, 村上, 高橋, 電学研資 SA-13-6, RM-13-6 (2013)
- 2) 田中, 中村, 一ノ倉, 電学論 A, Vol. 134, pp.243-249 (2014)

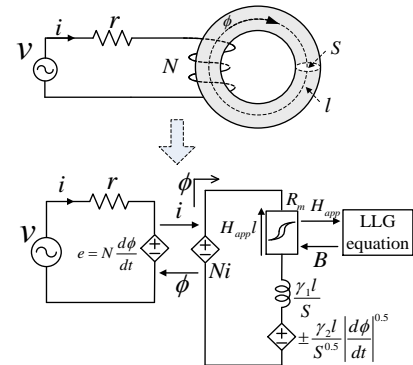
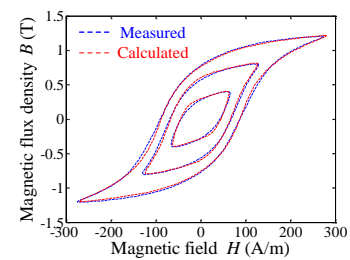
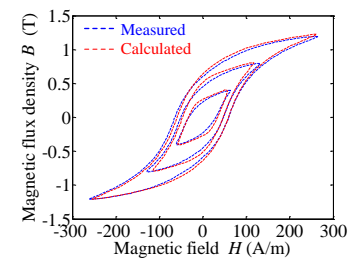


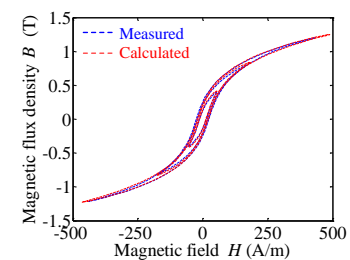
Fig. 1 Proposed magnetic circuit model.



(a) 35A440 ($f = 200$ Hz)



(b) 20HTH1500 ($f = 200$ Hz)



(c) Amorphous ($f = 2$ kHz)

Fig. 2 Measured and calculated hysteresis loops.