

プレイモデルを組み込んだ磁気回路モデルによる 直流重畳リアクトルのヒステリシス解析

細野 雄也, 羽根 吉紀, 中村 健二
(東北大学)

Hysteresis Analysis of DC-Biased Reactor by using Magnetic Circuit Model Combined with Play Model
Y. Hosono, Y. Hane, K. Nakamura
(Tohoku University)

はじめに

磁気デバイスの解析・設計において、ヒステリシス現象まで考慮した鉄損の算定手法の確立が求められている。先に筆者らは、直流ヒステリシスを表現可能なプレイモデル⁽¹⁾を組み込んだ磁気回路モデルを提案し、ヒステリシスループ並びに鉄損を高精度に算定可能であることを明らかにした⁽²⁾。しかしながら、電源装置等に用いられるリアクトルなど、直流成分が重畳された磁気デバイスの検討は行われておらず、上記手法の算定精度は未知であった。

そこで本稿では、上述のプレイモデルを組み込んだ磁気回路モデルを用いて、直流重畳リアクトルの解析を行い、提案手法の有用性について検討を行ったので報告する。

直流重畳リアクトルの解析と実測値との比較

Fig. 1 にプレイモデルを組み込んだ磁気回路モデルを示す。本モデルにおいては、直流ヒステリシスはプレイモデルで、渦電流損失および異常渦電流損失は磁気回路の素子で表現する。

Fig. 2 に、実験に用いた板厚 0.35 mm の無方向性ケイ素鋼板のトロイダルコアの形状・寸法を示す。測定においては、Fig. 3 の測定系を用いた。図中の v_1 は励磁電圧、 i_1 は励磁電流、 v_s はサーチコイルの誘起電圧であり、これらを用いて磁界 H と磁束密度 B を求めた。

Fig. 4 に、直流重畳時のヒステリシスループの実測値と計算値の比較を示す。条件は、周波数 $f = 5$ Hz, 最大磁束密度 $B_m = 0.6$ T, 直流磁界 $H_{dc} = 0, 10, 20, 30, 40$ A/m とした。この図を見ると、計算値は実測値とおおよそ一致していることがわかる。直流成分が重畳された磁気デバイスのヒステリシスループを解析で模擬することは必ずしも容易ではないが、本提案手法を用いることで、このような直流が重畳された磁気ヒステリシスについても、比較的精度良く模擬できることが明らかとなった。

参考文献

- (1) S. Bobbio, G. Miano, C. Serpico, and C. Visone, *IEEE Trans. Magn.*, **33**, 4417 (1997).
- (2) H. Tanaka, K. Nakamura, and O. Ichinokura, *Journal of Physics: Conference Series*, **903**, 012047 (2017).

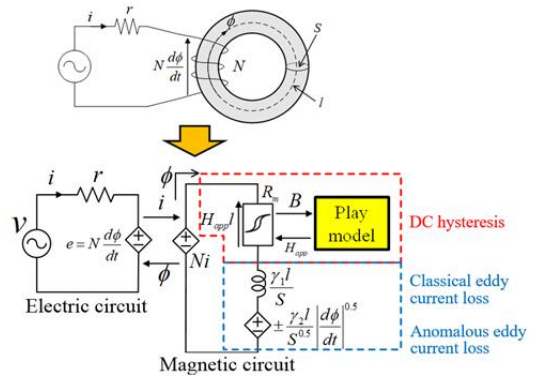


Fig. 1 Magnetic circuit model combined with play model.

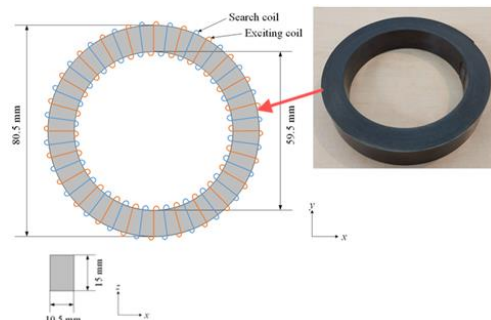


Fig. 2 Shape and dimensions of the ring core.

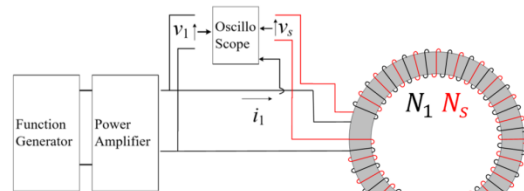


Fig. 3 Measurement system for DC-biased hysteresis loops.

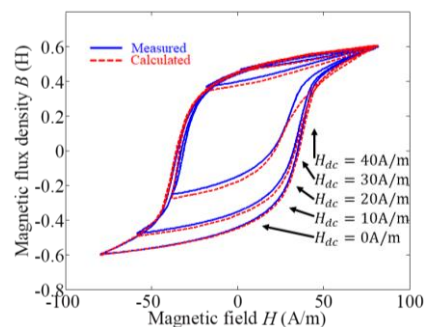


Fig. 4 Comparison of calculated and measured DC-biased hysteresis loops ($f = 5$ Hz).