

# 印加電圧一定時の正弦波励磁, 方形波励磁における 周波数と鉄損の関係の検証

長野 剛・折川 幸司・伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

## 1. はじめに

近年, 電力変換器の高効率化・高密度化に関する研究が盛んに行われている。それに伴い, 受動素子の低損失化・小型化が特に重要となっている。特にリアクトルの鉄損の正確な評価, 測定法について盛んに研究がされている<sup>(1)(2)</sup>。

リアクトル電圧が一定の場合, スイッチング周波数を上げるとスイッチング損失は増加するが, 磁束密度の変化幅が減少するため, 鉄損は変化する。本論文では, その効果を実験検証するため, 振幅一定の正弦波励磁の場合と, 振幅の同じ正弦波励磁と方形波励磁の鉄損の評価を行う。

## 2. 周波数と鉄損の関係

鉄損  $P_{core}$  [W] は周波数を  $f$  [Hz], 磁束密度の変化幅を  $\Delta B$ , コア体積を  $Vol$  [m<sup>3</sup>] とした場合, (1) のスタインメッツの実験式により算出できることが知られている<sup>(1)</sup>。

$$P_{core} = kf^{\alpha} \Delta B^{\beta} Vol \quad (1)$$

ここで,  $k, \alpha, \beta$  はスタインメッツ係数である。しかし, 鉄損算出には, スタインメッツ係数が既知である必要がある。

(1)式において, インダクタが同じで, 印加電圧の振幅が一定である場合には, 周波数を  $a$  倍すると, 磁束密度は  $1/a$  倍となり, (1)式より鉄損は  $a^{-\beta}$  倍となる。即ち,  $\alpha < \beta$  であるような場合には, 周波数の増加に伴い鉄損は減少する。

図 1 に実験回路構成を示す。本論文では, リアクトル電流と補助巻線の誘起電圧から鉄損を測定する。この方法では, スタインメッツ係数が不明でも鉄損を測定可能である。図 1 において, リアクトル電流を  $i(t)$  [A], 補助巻線の誘起電圧を  $v(t)$  [V] とした場合, 鉄損  $P_{core}$  [W] は(2)式で表される<sup>(1)</sup>。

$$P_{core} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t)i(t)dt \quad (2)$$

ここで,  $T$  は周期である。

## 3. 実験結果

図 2 に珪素鋼板 (Si 含有率 6.5%, 10JNEX900,  $\alpha=1.49, \beta=1.73$ ) に振幅一定の正弦波電圧を印加し, 周波数を変化させたときの各巻数における鉄損を示す。図 2 より, 2 章での説明通り, 周波数の増加に伴い, 鉄損は減少することを確認した。

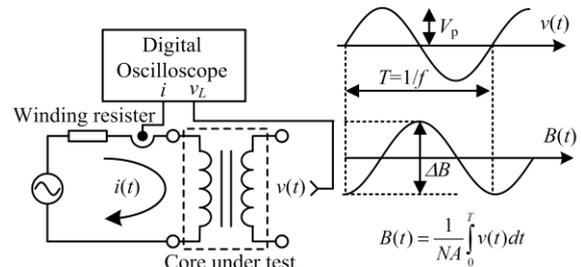


Fig. 1. Experiment system.

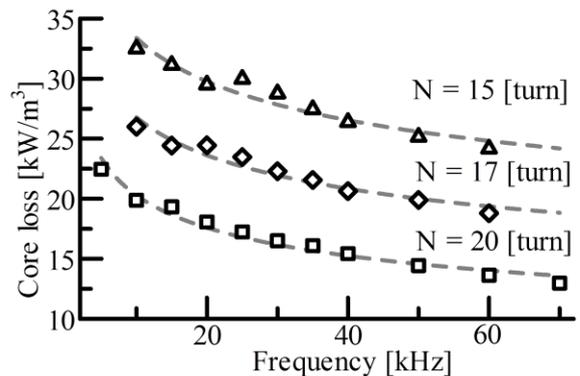


Fig. 2. Relation between the core loss and frequency (sinusoidal waveform exciting).

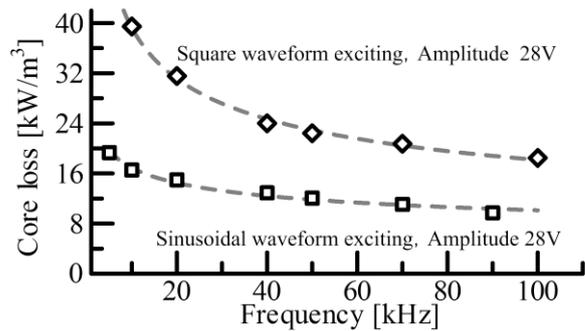


Fig. 3. Relation between the core loss and frequency (sinusoidal and square waveform exciting).

図 3 に同じ振幅の正弦波電圧と方形波電圧を印加し, 周波数を変化させた時の鉄損を示す。図 3 より, 正弦波励磁, 方形波励磁の場合でも同様な傾向が見られる。方形波に関しても, 同様に, 鉄損が減少する。また, 正弦波励磁に対して, 方形波励磁をした場合には, スイッチング周波数 40kHz 以上で鉄損は約 2 倍となることを確認した。

## 文 献

- (1) M. Mu, etc., IEEE APEC, P157, (2011)
- (2) J. Mühlethaler, etc., IEEE IPEC, P1729, (2010)