

高周波変圧器用ラップ接合アモルファス巻鉄心の鉄損算定

栗田直幸, 畠山智行, 木村守
(日立製作所 研究開発グループ)

Iron loss estimation of amorphous wound core with lap-joint for high-frequency transformers

Naoyuki Kurita, Tomoyuki Hatakeyama, Mamoru Kimura
(Research & Development Group, Hitachi Ltd.)

はじめに

大規模洋上風力発電の長距離送電には高圧直流(HVDC)システムが使われる。その電圧の昇降圧には交直変換器と変圧器からなる DC-DC コンバータが用いられ、高周波変圧器(HFT)の適用で小形化される¹⁾。低損失なアモルファス薄帯を積層し、切断端をラップ接合した巻鉄心は商用変圧器に広く使われ、HFT への適用で低コスト化できる。高周波ではラップ接合部の鉄損が増加するが、定量化がほとんどされていない。そこでラップ接合部とそれ以外の薄帯の積層部で発生する鉄損を測定により分離し、両部分の特性の差異を検討した。

実験方法

Fig.1 に示す 2 つの巻鉄心 A と B を試作した。ラップ接合部の磁束は薄帯の束(フープ)の間を渡り、面内渦電流による鉄損 W_L (W) が発生する。また、積層部では単位質量あたり鉄損 P' (W/kg) が発生する。2 つの巻鉄心は磁路長以外が同じ仕様なので、同一の W_L と P' を持つと見なせる。鉄心の質量を M_i (kg) とすると、巻鉄心の鉄損 P_i (W) は、

$$P_i = P' M_i + W_L \tag{1}$$

と表される。周波数 f と励磁磁束密度 B_m に対する巻鉄心 A, B の P_i 特性を測定した。この結果より 2 つの未知数 W_L と P' の f, B_m についての各特性が求められ、ラップ接合部と積層部で発生する鉄損を分離できる。

実験結果

Fig.2 に、巻鉄心 A と B の単位質量・1 周期あたりの鉄損 $P_i/M_i/f$ (J/kg) の周波数特性を示す。実線と破線は次の鉄損式²⁾によるフィッティング曲線である。

$$P_i/M_i/f = A_h B_m^2 + A_e B_m^2 f + A_a B_m^{1.5} f^{0.5} \tag{2}$$

A_h, A_e, A_a はそれぞれヒステリシス損失、渦電流損失、異常渦電流損失の係数である。 P_i に対する W_L の割合の差を反映し、巻鉄心 B の値が A より大きい。Table 1 に、巻鉄心 A と B、および(1)式で分離した積層部の損失係数の比較を示す。 W_L を含む巻鉄心 A, B に比べ、積層部の A_e は薄帯状態の文献値²⁾に近い。 A_h, A_a の差は素材の組成、焼鈍条件の違いによると考えられる。

謝辞 本成果は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものである。

参考文献

- 1) G. Ortiz et al: Proc. of IECON 2010, pp. 631-638.
- 2) G. Bertotti: IEEE Trans. Magnetics, 24, pp.621-630 (1988).

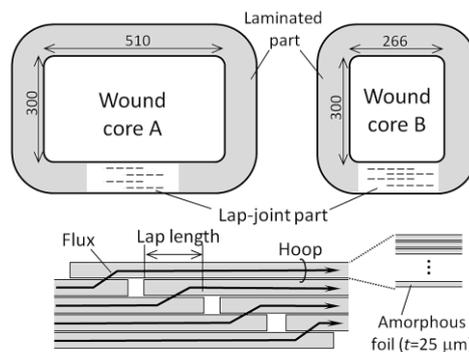


Fig.1 Dimensions of tested cores and schematic cross section of lap joint part (Unit: mm)

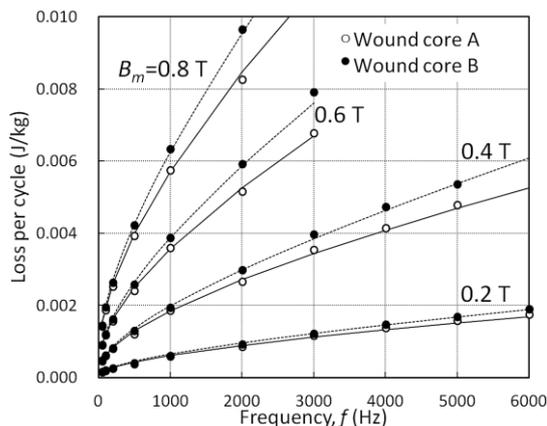


Fig.2 f -performances of loss per cycle of tested cores

Table 1 Comparison of loss coefficients in eq. (2)

Name	A_h	A_e	A_a
Wound core A	8.00×10^{-4}	1.65×10^{-6}	1.80×10^{-4}
Wound core B	8.00×10^{-4}	2.50×10^{-6}	1.80×10^{-4}
Laminated part (Extracted)	8.00×10^{-4}	3.48×10^{-7}	1.73×10^{-4}
As cast foil ²⁾	1.46×10^{-3}	3.24×10^{-7}	1.32×10^{-4}