UDC 621.313.392.014.4:621.3.012.6

ヒステリシスうず電流電動機の近似三次元解析と
終端効果係数研究開発
ノート
57 - B 7

正員 湧井 源二郎 (茨城大)・非会員 今野 猛夫 (日立製作所)

正員 久保田 朋次 (茨城大)

ヒステリシス電動機において非同期時に付加するうず電流トルクまで含めた三次元解析はまだ得られていないようである⁽¹⁾。本文は Yee 氏らによるうず電流電動機の近似三次元解析法⁽²⁾を拡張したもので、Yee 氏と異なる点は、(i) ヒステリシストルクも考慮するために、複素透磁率を用いたこと。(ii) Yee 氏らが直角座標を採用したのに対し、ここでは円柱座標を採用した点である。

回転子内に、ベクトルポテンシャル $\mathbf{A}$ に関するヘルムホルツの方程式 $\nabla^2 \mathbf{A} = \xi^2 \mathbf{A}$ (ξ : 後記、ギャップ内のときはラプラスの式となる) と $\text{div } \mathbf{A} = 0$ が成立する。これらの式を、(1) $B_z|_{z=\pm l} = 0$, (2) $A_z|_{z=\pm l} = 0$ を同時に満足するように解くべきであるが、困難であるため Yee 氏らの方法と同様に三つの場合について解析し、これらを重ね合わせて $\mathbf{A}$ の解とする。これから磁束密度 $\mathbf{B}$ 、電流密度 $\mathbf{J}$ は $\mathbf{B} = \text{rot } \mathbf{A}$, $\mathbf{J} = -j\sigma\omega\mathbf{A}$ として求められる〔以上文献(3)参照、普通リングの厚さは薄いので、 r は外半径 r_2 で代表させて、近似解析したが、回転子の曲率の影響は考慮されており、Yee 氏の結果とは異なる〕。

この後は文献(1)と全く同様な方法で図2のような等価回路を求めることができる。ここで、

$$jx_g = j4m\omega (K_w N)^2 \mu_0 l r_2 / \pi p^2 g k_c \dots\dots\dots (1)$$

$$\dot{Z}_r = j4m\omega (K_w N)^2 \mu_2 l H, \tanh \delta t_0 / \pi \delta \dots\dots\dots (2)$$

$$\dot{H}_s = 1 + \frac{r_2}{p l} \left(\frac{\delta}{\xi r_2 G_1} \coth \xi l + \frac{p}{\xi r_2} \coth \xi l - \frac{p}{\xi r_2^2} \right)^{-1} \\ \approx 1 + (\xi r_2^2 / p l \delta) (G_1 / G_2) \tanh \xi l$$

$$G_1 = \frac{\sinh p t_0}{\sinh \delta t_0} - \frac{p \cosh p t_0}{\delta \cosh \delta t_0}, \quad G_2 = \frac{\cosh p t_0}{\cosh \delta t_0} - \frac{p \sinh p t_0}{\delta \sinh \delta t_0}$$

$$\xi_s^2 = (p/\delta)^2 + (r_2/\mu_2 g \delta) \cosh \delta t_0 / 1 + (r_2/\mu_2 g \delta) \coth \delta t_0, \quad \delta^2 = p^2 + \xi^2 r_2^2, \quad t_0 = \ln(r_2/r_1), \quad \xi^2 = j\sigma\omega\kappa\mu_2, \quad r_1 + jx_1: \text{固定子漏れインピーダンス}, \quad x_g: \text{ギャップリアクタンス}, \quad \dot{Z}_r: \text{回転子等価インピーダンス}, \quad r_i: \text{等価鉄損抵抗}, \quad \dot{H}_s: \text{終端効果係数}, \quad m: \text{相数}, \quad \omega: \text{角周波数}, \quad K_w: \text{巻線係数}, \quad N: \text{一相あたりの巻数}, \quad p: \text{極対数}, \quad \mu_0: \text{真空の透磁率}, \quad g: \text{ギャップの長さ}, \quad k_c: \text{カート係数}, \quad s: \text{すべり}, \quad \kappa: \text{回転子の導電率}, \quad r_2, r_1, l: \text{図1参照}, \quad \mu_2: \text{回転子リングの複素透磁率} = \mu_0 \mu_2^* e^{-j\alpha_2}$$

Approximate Three Dimensional Analysis of Hysteresis-Eddy Current Motor and its End Effect Factor. By Genjiro Wakui, Member (Faculty of Engineering, Ibaraki University), Takeo Konno, Non-member (Hitachi Ltd), & Tomotsugu Kubota, Member (Faculty of Engineering, Ibaraki University).

湧井源二郎: 正員, 茨城大学工学部

今野猛夫: 非会員, 日立製作所多賀工場

久保田朋次: 正員, 茨城大学工学部

Fig. 1. Analytical model of hysteresis motor.

Fig. 2. Equivalent circuit.

図3 試料機のすべり対トルク、電流特性
Fig. 3. Torque, current characteristics vs. slip of sampled motor.

α_2 : ヒステリシス角, リングは $B_r \approx 9.5 \text{ kG}$, $H_c \approx 120 \text{ Oe}$ のものである。図3に試料機の実測値と計算値の比較を示す。紙面の都合で省略したが、同期脱出時特性についても同様に比較して、この計算法がほぼ妥当であることが確かめられた。この計算法は s の小さい範囲 ($s < 0.1$) で誤差が大きいのが欠点である。

(昭和56年5月25日受付, 同56年10月20日再受付)

文 献

- (1) 宮入・片岡: 電学誌 86, 996 (昭46-6)
- (2) H. Yee: Proc. Inst. Elect. Engrs. 118, 1025 (1971)
- (3) 湧井・今野・久保田: 昭51年電氣学会全 No. 582