

## (299) 走行誘導加熱に於ける加熱コイル有負荷インピーダンス計算モデル

(鋼管の誘導加熱シミュレーションモデルの開発-3)

新日鐵 生産技研 ○川口 正, 園田敏行 新日鐵 工作事業部 神崎 寿

〃 本 社 市古修身 〃 名古屋製鐵所 伊藤亀太郎

1. 緒 言: 誘導加熱装置に於て, 被加熱材を含む加熱コイルのインピーダンスは誘導加熱電源設備の基本設計に最も重要な特性値である。筆者等は, 第1報で述べた鋼管の誘導加熱シミュレーションモデルから有負荷インピーダンスを精度よく計算し, 設備及び操業の基本検討に資するシミュレーションモデルを開発した。本報でモデルの概要を報告する。

## 2. 有負荷インピーダンスの計算式及び計算結果:

図1に示すように, コイルがつくる面と直交する磁束 $\phi$ があると, 電磁誘導によりコイル1ターンに生ずる起電力 $u$ は次式で表わされる。

$$u = -\frac{d\phi}{dt} = j\omega\phi, \text{ 但し, } \phi = \phi_m e^{-j\omega t}, \omega = \text{角周波数} \quad (1)$$

実際の加熱コイルが図2に示すように $N$ ターンであれば, コイル両端に生ずる逆起電力 $U_c$ は

$$U_c = \sum_{i=1}^N u_i = \sum_{i=1}^N j\omega\phi_i$$

ここで,

$$\phi_i = \int_{r_0}^{r_1} 2\pi r B_z^0(r, z_i) dr + \int_{r_0}^{r_1} 2\pi r B_z^I(r, z_i) dr + \int_{r_1}^{r_2} 2\pi r B_z^I(r, z_i) dr$$

(3)

但し,  $u_i$ ,  $\phi_i$ ,  $z_i$ はコイル左端より $i$ ターン目での夫々起電力, 磁束数,  $z$ 座標,  $B_z$ は磁束密度である。また,  $\int r B_z(r, z) dr = r A(r, z)$ , 及び夫々の領域面でのベクトルポテンシャル $A$ の連続性, 即ち $A^0(r_0, z_i) \equiv A^I(r_0, z_i)$ ,  $A^I(r_1, z_i) \equiv A^I(r_1, z_i)$ から,  $\phi_i = 2\pi \omega r_2 A^I(r_2, z_i)$ である。従って,  $U_c$ は次式で表わされる。即ち

$$U_c = \sum_{i=1}^N j 2\pi \omega r_2 A^I(r_2, z_i) \quad (4)$$

$A^I(r_2, z_i)$ は第1報で述べた基本モデル<sup>1)</sup>の中で計算される。

一方, 図3で示す電気回路の等価回路で示される有負荷時のコイルインピーダンス $Z_w$ と供給電流 $I_c$ との積が④式で得られる $U_c$ と等しくならなければならない。即ち

$$U_c = Z_w \cdot I_c = (R_w + jX_w) \cdot I_c \quad (5)$$

故に, 等価抵抗 $R_w$ , 及び等価リアクタンス $X_w$ は⑤式を変形して夫々次式で計算することができる。

$$\left. \begin{aligned} R_w &= \text{Real}(U_c / I_c) \\ X_w &= \text{Imaginary}(U_c / I_c) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

図4は有負荷時の等価抵抗 $R_w$ と等価リアクタンス $X_w$ について実験値と本モデルによる計算値との関係を示す。図4に示す如く計算値と実験値は良く一致することが確認された。

3. 結 論: 高精度の有負荷コイルインピーダンス計算モデルを開発し, 設備及び操業の基本検討に有効であることが確認された。

4. 文 献: 1) 川口ら: 鉄と鋼, 65(1979)4, S274

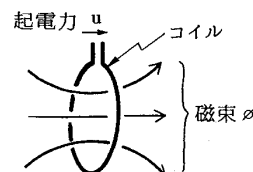


図1. 電磁誘導による起電力

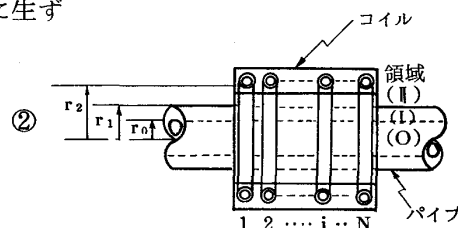


図2. 有負荷加熱コイル

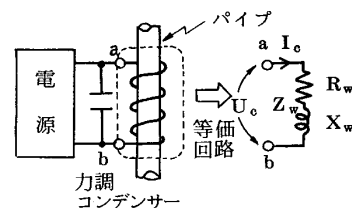
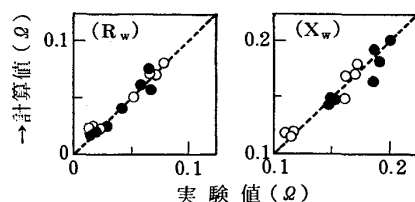


図3. 有負荷加熱コイルの等価回路

図4.  $R_w$ ,  $X_w$ の実験値と計算値との対応