

# (301) 走行誘導加熱に於ける管端部温度分布シミュレーションモデル

(鋼管の誘導加熱シミュレーションモデルの開発-2)

新日鐵 生産技術研究所 ○川口 正, 市古修身

〃 工作事業部 神崎 寿

〃 名古屋製鐵所 伊藤亀太郎

1. 緒 言：鋼管の誘導加熱熱処理工程では管全体の均一加熱が規格材質を得るための必要であり、その意味で管端部の均一加熱が特に重要である。管端部では電磁氣的に複雑な現象が生じ、温度的にも管中央部に比べて複雑な挙動を示す。このような管端部温度を操業条件に応じて制御するには的確に予測し得る温度モデルが必要となる。筆者等は走行誘導加熱時の管端現象をモデル化し、実用的に十分な精度を持つ管端部温度分布シミュレーションモデルを開発した。第1報<sup>1)</sup>に続いて本報ではモデル化の基本的考え方と二、三の解析例について述べる。

## 2. 管端部温度分布シミュレーションモデル

鋼管中に発生する誘導電流密度  $i$  は次式で表わされる。

$$i = -\kappa \cdot \partial B_z / \partial \tau \quad (1)$$

但し、 $B_z$  = 鋼管中磁束密度、 $\kappa$  = 鋼管の導電率、 $\tau$  = 時間。また発熱量  $Q$  は次式で表わされる。

$$Q = i^2 / \kappa = \kappa (\partial B_z / \partial \tau)^2 \quad (2)$$

上式から、もし  $B_z$  が管端部で変化すれば  $Q$  も変化し、その結果管端に異常温度現象が現われることになる。いま、図1(a)に示す如く、管端現象の影響を受けない空間点A、及び管中の点Pの平均磁束密度を夫々  $B_{zA}$ 、 $B_{zP}$  とし、その比  $\beta$  を導出すると近似的に次式が得られる。

$$\beta = \frac{B_{zA}}{B_{zP}} = \frac{t/\delta}{\mu_r \{1 - \exp(-t/\delta)\}} \quad (3)$$

但し、 $\delta = 1/\sqrt{\pi f \mu \kappa}$  = 電流の浸透深さ、 $\mu$  = 鋼管の透磁率、 $\mu_r$  = 鋼管の比透磁率、 $t$  = 鋼管の肉厚、 $f$  = 周波数。

図1(b)は  $t/\delta$  と  $\beta$  との関係を示す。一方、管端面での磁氣的性質、即ち磁束密度の端面での垂直成分の連続性から  $B_z$  は端面で滑らかに変化する。図1(c)は種々の  $\beta$  に対応する  $B_z$  の変化を示し、また図1(d)はその時の管端部温度分布を示す。実際は有限長コイルであり温度分布計算式の中に補正係数を導入する必要がある。尚、発熱量及び温度分布計算は第一報に述べた基本モデル<sup>1)</sup>に組込んで行った。図2に鋼管の走行誘導加熱時の管端部温度分布実測値と本計算モデルによる計算値との対応を示す。

## 3. 結 論

実用的に十分な精度を持つ管端部温度シミュレーションモデルを開発し、実験的に妥当性を確認した。

## 4. 文 献： 1) 川口ら；鉄と鋼，65(1979)4，S 274

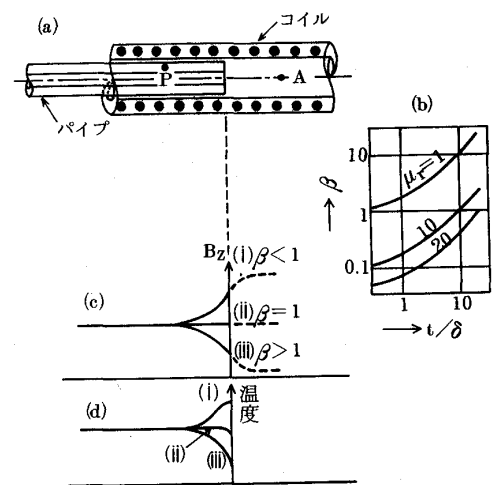


図1 管端モデルと管端部磁束密度分布及び管端部温度分布特性

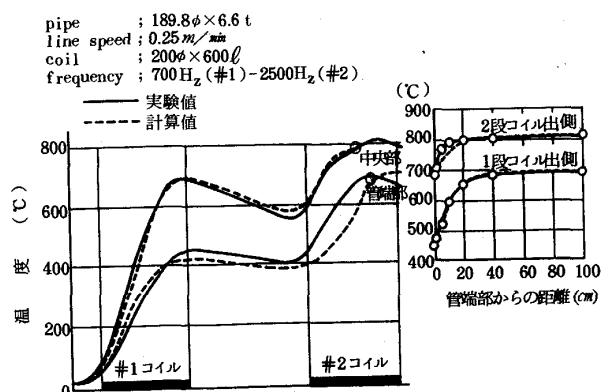


図2 管中央部、管端部昇温曲線及び管端部温度分布