

(286) バッチ焼鈍炉におけるコイル温度推定モデルの開発

新日鉄 君津製鉄所 安藤成海 出口 陽

○斎藤義夫 渡辺隆仁

I 緒言

バッチ焼鈍時のコイル内最冷点温度を推定する方法として、従来種々の方法が提唱されているが、多数の焼鈍炉を有する実際の場合には、計算等が複雑で必ずしも実用にするまでに至らなかった。そこで筆者らは、実用的な温度精度で最冷点温度を推定する簡易モデルを検討したので、報告する。

II コイル温度推定モデルの概要

コイル内に熱電対を挿入し、種々の条件下におけるコイルの温度分布を調査した結果、最冷点の位置は、3段積コイルの中央段コイル内にあり、コイルの肉厚のほぼ1/3の点であることが判明した。この点の焼鈍中におけるコイル温度の推定モデルは、図1のごとく (1)最下段コイル温度および炉温より、中央段コイルの端面温度を推定するモデル (2)中央段コイルの端面温度より、最冷点温度を推定するモデルよりなり、各モデル内の計算は以下の方法で計算される。

(1)中央段コイルの端面温度推定……中央段コイルの端面温度は、最下段コイルが炉温により温度上昇するのと熱的相似則が成り立つものと仮定し、炉温および最下段コイルの端面温度より、(1)式が成り立つものとした。

$$(T_0)_t = (T_0)_{t-\Delta t} + \left\{ (S_b/W_b) \left[(T_F)_t - (T_0)_{t-\Delta t} \right] \left\{ (T_c)_t - (T_0)_{t-\Delta t} \right\} \right\} / \left\{ (S_a/W_a) \left[(T_F)_t - (T_c)_t \right] \right\} \quad (1)$$

(T_0 : 中央段端面温度, T_F : 炉温, T_c : 最下段コイル温度, S : コイル断面積, W : 重量, t : 焼後の経過時間, Δt : 時間内隔)

(2)中央段コイルの最冷点温度推定……コイル内の熱伝導は、径方向よりの熱伝導が垂直方向に比べ小さいので無視し、(2)式の一次元熱伝導式により求めた。また焼火時は、コイル内の温度は一樣で、最下段コイルの温度に等しいとした。

$$(T_n)_t = (T_n)_{t-\Delta t} + (2a\Delta t/\Delta x^2) \left\{ \left[(T_{n-1})_t + (T_{n+1})_{t-\Delta t} \right] / 2 - (T_n)_{t-\Delta t} \right\} \quad (2)$$

(T_n : コイル内温度, n : コイル内位置計算分割数, Δx : 分割距離, $n\Delta x = \frac{1}{2}$ コイル幅, $n-1$ 端面, $n+1$ 端面, a : 温度伝導率)

以上の仮定より、実際に最冷点温度に合致するように、(2)式の温度伝導率を求めた結果、温度伝導率と中央段のコイル幅は、図2に示すごとく極めて高い相関があることが判明した。

III コイル温度推定モデルの精度

計算より求めた最冷点温度と実際最冷点の比較を図3に、焼鈍完了時における実測値との誤差を図4に示す。

IV まとめ

今回開発したバッチ焼鈍炉のコイル温度推定モデルは、次のような特徴を有している。

- (1)計算手順が簡単であり、多数の焼鈍炉を有する実際の焼鈍で±2.5℃程度の精度で、最冷点温度を推定できる。
- (2)計算するための因子が、通常のバッチ焼鈍炉にある最下段コイル温度および炉温であり特別の検出端を必要としない。

