

(275)

バッチ炉の燃料消費量シミュレーションモデルの開発

住友金属工業(株) 中央技術研究所 理博 吉永真弓 高島啓行

○鈴木 豊

1. 緒言

加熱炉において省エネルギー型操業を実施するにあたって、加熱方法の変更に対応しうる燃料消費量の計算手法を開発することは有用である。このため、バッチ炉を対象として、炉内温度パターン $\theta_f(t)$ を与えて、燃料消費量を求める計算モデルを開発した。この結果、バッチ炉の操業改善に役立っているので報告する。

2. 計算モデルの内容

ある時刻 t における燃料流量 V_f は、熱収支式より、(1)式で与えられる。

$$V_f(t) = (\dot{Q}_s(t) + \dot{Q}_\ell(t)) / (H_\ell + H_a(\theta_f) - H_{wg}(\theta_f)) \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{ここに,} \quad H_a(\theta_f) = \theta_a \cdot C_a \cdot A \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$H_{wg}(\theta_f) = \theta_{wg} \cdot C_{wg} \cdot G \quad \dots\dots\dots(3)$$

H_a と H_{wg} は、近似的に θ_f の関数と考えられ、対象炉について、ヒートサイクルに伴う、 θ_a 、 θ_{wg} 、 A 、 G を調査することによって、関係式を決定することができる。

$\dot{Q}_s(t)$ は、鋼塊の二次元水平断面の熱伝導方程式を、差分化して計算する。

$\dot{Q}_\ell(t)$ は、 $\dot{Q}_\ell(t) = \dot{Q}_{\ell 0} + \dot{Q}_{\ell 1}(t)$ のように、時間に対して、定数である $\dot{Q}_{\ell 0}$ と、経時変化する成分 $\dot{Q}_{\ell 1}(t)$ の和として近似する。

$\dot{Q}_{\ell 1}(t)$ は、代表的炉壁断面に関する一次元熱伝導方程式を差分化して算出した炉壁蓄熱速度 $\dot{q}_{\ell 1}(t)$ に、補正定数 K を乗じて求める。 $\dot{Q}_{\ell 0}$ と K を適切に選ぶことによって、図1のように、実測値と計算値をよい近似で一致させることができる。

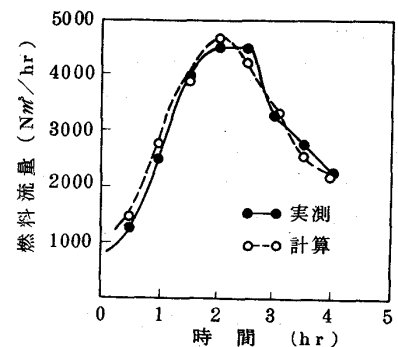


図1.

3. 計算結果例

一例として、均熱炉を対象として、燃料消費量のシミュレーションを行った。

図2のように、適当な鋼塊抽出条件のもとに、燃料消費量を最小とする昇熱速度が存在することを確認した。(未凝固鋼塊)

図3には、トラックタイムと燃料消費量最少昇熱速度とそのときの燃料消費量の関係を示す。トラックタイムが短いほど、スローな加熱がよいことがわかる。

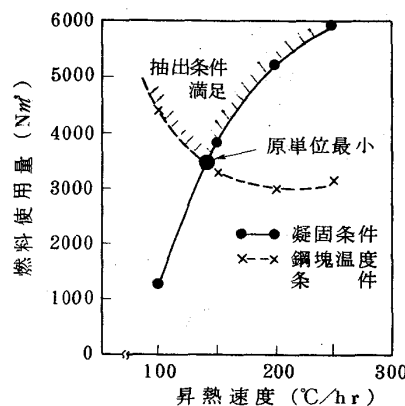


図2.

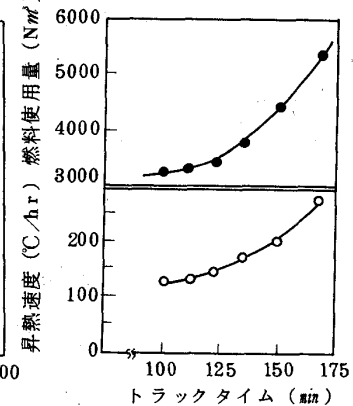


図3.

t 時間 (hr)	H_a 予熱空気顕熱 (Kcal/Nm³-fuel)	$\dot{Q}_{\ell 0}$ モデル定数 (Kcal/hr)
$\theta_f(t)$ 炉内温度 (°C)	H_{wg} 炉尻排ガス顕熱 (")	$\dot{Q}_{\ell 1}(t)$ 炉体蓄熱速度 (Kcal/hr)
$V_f(t)$ 燃料流量 (Nm³/hr)	C_a 空気比熱 (Kcal/Nm³°C)	$\dot{q}_{\ell 1}(t)$ 炉体蓄熱速度 (Kcal/hr・m²)
$\dot{Q}_s(t)$ 鋼塊受熱速度 (Kcal/hr)	A 空気量 (Nm³/Nm³-fuel)	K 補正定数 (m²)
$\dot{Q}_\ell(t)$ 炉内損失熱速度 (Kcal/hr)	C_{wg} 排ガス比熱 (Kcal/Nm³°C)	
H_ℓ 燃料の真発熱量 (Kcal/Nm³)	G 排ガス量 (Nm³/Nm³-fuel)	