

(114) AODプロセスの最適操業の定式化と解法

名古屋大学 工学部

○西井 義和, 大井 紘

1 緒言 AODプロセスは、ステンレス製錬において、現在では広く使用されている。Szekely, Asai<sup>1)</sup>は、既にこのプロセスの最適化を電気炉モデルを用いて行った。しかし、彼らの最適化においては、酸素、アルゴン混合ガスの比、 $u$  ( $\text{NO}_2/(\text{NO}_2+\text{N}_2)$ ) の、操業時刻に対する変化を2次曲線を与えており、実際の最適化のための計算手続きとしては、裕度の余地がある。ここでは、実際の操業同様、混合ガスの比を段階的に変化させた場合の最適化の定式化の方法とその解法を与える。AODモデルとしては、Fruehan<sup>2)</sup>のものを用いたが、ここで示す定式化と解法は他のAODモデルにも適用できるものである。

2 定式化 (1)式のようなAODプロセスの目的関数<sup>3)</sup>を採用し、これを最小にする混合ガスの比の*i*段階のもの  $u_i$  ( $i=1\sim n$ )、*i*段階から*i+1*段階への切換時刻  $t_i$  ( $i=1\sim n$ ) を求める。

$$F = \beta_1 \Delta G + \beta_2 |T_s - T_f| + \beta_3 \int_0^{t^*} f(u) dt + \beta_4 \int_0^{t^*} f(u) dt + \beta_5 \int_0^{t^*} dt \quad (1)$$

ここで  $\beta_1 \sim \beta_5$  は重み係数。(1)式右辺はオ1項から順にクロムの酸化量、終点温度の目標値とのずれ、酸素消費量、アルゴン消費量、そして操業時間のコストとなる。また  $\beta_1$  は、炭素濃度がある一定値以下になる時刻であって、状態変数とともに、操作変数  $u_i$ ,  $t_i$  によって決定される。そして、拘束条件を以下のように設定する。

$$u^- \leq u_i \leq u^+, \quad T^- \leq T \leq T^+ \quad (2)$$

ここで、 $u^-$ ,  $u^+$  は混合ガスの比の上限値と下限値。また、 $T^-$ ,  $T^+$  は炉内温度  $T$  の上限値および下限値である。この拘束条件つき非線形最小問題の解法として、Complex法<sup>3)</sup>を用いれば、本質的な困難なく最適解を得ることができる。

3 計算結果および考察 上に述べた定式化による計算の結果から、現在一般に行われている操業のパターンと、計算による最適な操業のパターンとの間に大きな差はないことがわかった。しかしながら、クロムの酸化に対する重み係数を変化させた場合、すなわち歩留りを重視した時に最適な操業のパターンが大きく変化した。この例として図1~4を示す。これは、将来クロムの価格が上昇した場合には、AODプロセスの操業のパターンが、現在行っているものから大きく変化するであろうことを示唆するものである。なお、この計算結果は、Szekely, Asaiによる結果と、傾向として一致している。

参考文献

- 1) J. Szekely and S. Asai : Met. Trans., 5 (1974) p.1573
- 2) R.J. Fruehan : Ironmaking and Steelmaking, 3 (1976) 3, p.153
- 3) M.J. Box : Computer Journal, 8 (1965) 1, p. 42.

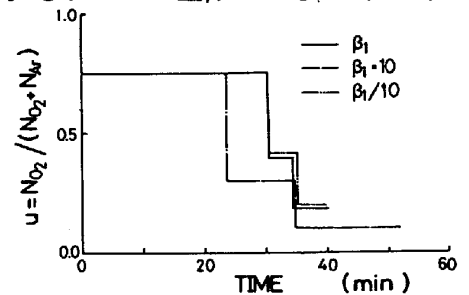


図1 最適吹錬パターン

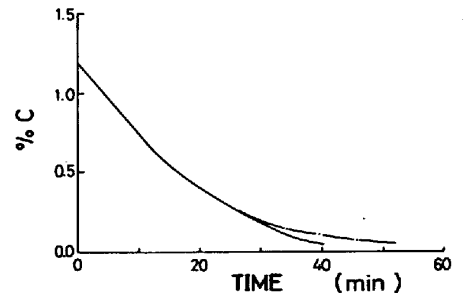


図2 炭素濃度変化(最適吹錬時)

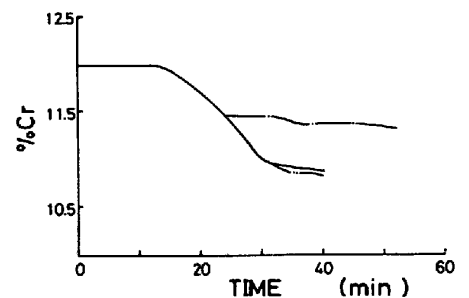


図3 クロム濃度変化(最適吹錬時)

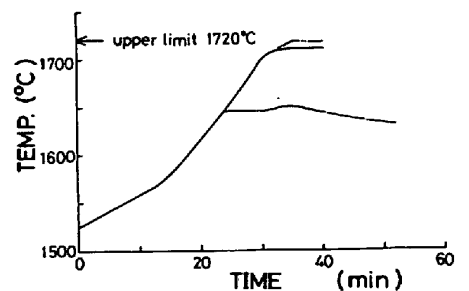


図4 炉内温度変化(最適吹錬時)