

(103) 転炉のダイナミック制御

日本鋼管 京浜製鉄所 阪本英一 山本倫久・水野良親 安居孝司
技術研究所 橋 克彦

1. 緒言: LD転炉の計算制御に関し、従来、主に進められていたのは、吹錬前に、数式モデルによって、配合計算、酸素量計算を行うスタティック制御であった。しかし、スタティック制御方式には、制御精度に、限界があり、現在では、吹錬中の情報をもとに、終点を制御するダイナミック制御方式の開発に力が注がれている。当社、京浜製鉄所、オミ製鋼工場でも、ダイナミック制御を最終目的として、1965年より、研究に着手した。転炉計測技術の開発、プロセスの解析、終点制御システムの開発の段階を経て、終点温度、カーボン、の同時制御方法を完成した。

2. ダイナミック制御の概要: 当ダイナミック制御の方式は、測定用ランスの先端に装着された、当社で開発した、特殊なセンサーを用いて、吹錬中に、炉内の溶鋼温度、炭素濃度を測定し、数式モデルによって、昇温、脱炭を予測し、温度、炭素濃度を目標値に、同時に、制御するため、吹止酸素量、冷却水量、吹錬パターンを決定し、同時制御を行う。数式モデルの基本式は次の通りである。

$$\text{脱炭率の式 } v = V \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{C - C_0}{C_p}\right) \right\}$$

但し v : 脱炭率 $\text{kg}[\text{C}]/\text{Nm}^3(\text{O}_2)$ C_0 : 常数 %

V : 最大脱炭率 $\text{kg}[\text{C}]/\text{Nm}^3(\text{O}_2)$

C_p : 常数 %

$$\text{昇温率の式 } A = f(E_0, E_B, E_{EA}, E_L, \Delta W_c, \Delta W_{Fe})$$

但し A : 昇温率 $\text{ton}^\circ\text{C}/\text{Nm}^3(\text{O}_2)$

E_0 : 初期熱量 kcal

E_B : 吹錬中熱量 kcal

E_{EA} : 目標終点熱量 kcal

E_L : 損失熱量 kcal

ΔW_c : 脱炭量 $\text{kg}[\text{C}]$

ΔW_{Fe} : 添鉄酸化量 $\text{kg}[\text{C}]$

以上の式に基づいて、制御用の式を作り、吹止酸素量、必要冷却水量を算出し、吹錬パターンを決定する。当方式は終点温度、炭素濃度の情報を得てから、実測値と予測値の偏差による、自動平滑修正方法で、モデル修正を行う学習制御法を含んでおり、操業条件の変化に対して、安定した制御が出来るという特長を持っている。

3. オンライン操業の結果: 適中率は温度制御で81%($\pm 10^\circ\text{C}$ 以内)、炭素濃度で、73%($\pm 0.02\%$ 以内)、そして同時制御で63%となり、従来の制御精度より優る好結果を得た。

4. 結言: 当方式による転炉のダイナミック制御を行って、制御精度を向上させる結果を得、有効に活用出来ることが、明かとなった。更に、転炉の完全自動化をめざして、周辺機器の開発整備を推進する所がある。

表1. 適中精度

	温度	炭素濃度	同時適中	備考
元	0.4°C	0.001%	-	終点温度範囲; $1600 \sim 1660^\circ\text{C}$
中	8.5°C	0.017%	-	終点[C]範囲; $0.08 \sim 0.18\%$
適中率	81%	73%	63%	

註) 1) 温度適中; $\pm 10^\circ\text{C}$ 以内。

2) [C] 適中; $\pm 0.02\%$ 以内。

3) 同時適中; 同一ページで温度、[C] が共に適中したもの。