

(53) 連続製鋼法のダイナミックモデルに関する一考察

金材技研 ○福沢 章 M.I.T. John F. Elliott

1. 結言 連続製鋼法のような開発中のプロセスにとり、その挙動を広範囲に再現しうるモデルの作成は特に重要なことと考えられる。酸素吹き製鋼反応の律速因子を異相間における物質移動によるものと仮定した連続製鋼のモデルの検討を進めてきたが、酸素吹き製鋼法の特徴をとらえていると思われるのでその結果を報告する。

2. モデルと結果 製鋼炉内では酸素ジェットとCOガスの発生による鋼浴とエマルジョンの激しい攪拌が行なわれているので、不均一反応プロセスのモデリングで問題となる反応界面積と境界層厚さの定量化を行なうことは困難であるため、本モデルでは次式のような2相間の物質移動が当該成分の濃度差と界面における抵抗で決まるとした。

$$W dc_{ib}/dt = (C_{ib} - C_{ie})/R_i \quad W: \text{溶鉄重量}$$

C_{ib} : i 成分の溶鉄中濃度, C_{ie} : i 成分のスラグあるいはCOガスに対する平衡濃度, R_i : i 成分の異相間の移動に対する全抵抗。抵抗は炉内攪拌の要因である送酸速度とCOガス発生速度(脱炭反応は後者のみ)に逆比例するものと仮定し、定数は連続製鋼とLD転炉の操業結果から最適と思われる値を導出した。想定した炉は溶鉄滞留量が溢流ラインまでで9 ton, スラグ滞留量は1.5 tonとし、それを越える分が溢流するものとした。ランスは1炉1本で、炉形はいかなる吹精条件においても鋼浴の十分な攪拌を行なわしうものとした。

本モデルの物質移動を図1に示す。図中のXは吹精酸素のスラグと溶鉄への分配率で、ランス条件に関係するものである。(1>X)。炉内は熱的には完全に混合されているとした。図2は炉を2段用いたスラグ-メタル併流操作において、溶鉄流入量1 ton/min (4% C, 1% Si, 0.8% Mn, 0.2% P), CaO 流入量70 kg/minで第1段の送酸速度を40 kg/minから38 kg/minにステップ変化した場合(第2段は36 kg/min一定)の各段の(FeO), C, Oの応答を示す。Cの応答の見かけ時定数は単純な線形混合モデルより10~25%程長い。第1段での(FeO)増加は送酸速度の減少による抵抗の増加に起因し、第2段の(FeO)減少は第1段からのCが増加したためCO反応が促進され抵抗が下がったためである。

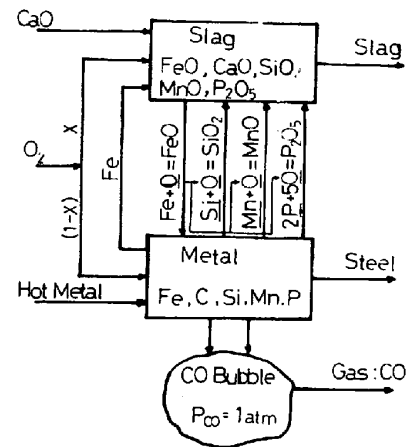


図1. 物質移動(第1段)

3. 結言 送酸速度とCOガス発生速度が物質移動を律速するとしたこのモデルの概念は非平衡で進行する製鋼反応の挙動をよく説明でき、連続製鋼の制御法の確立にも重要な意味をもつものと思われ、今後さらに検討を続けていく予定である。

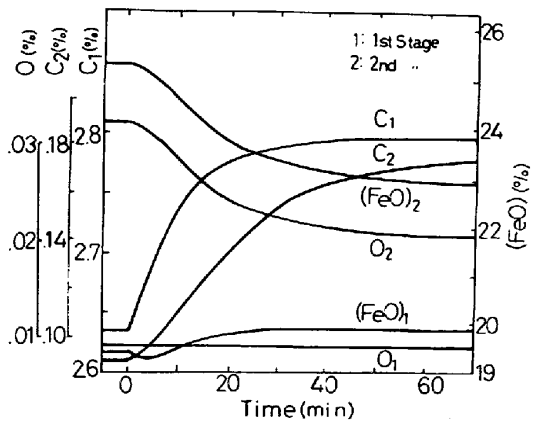


図2. 併流操作におけるステップ応答