

(77)

酸素製鋼法の脱炭過程の電気回路類似

金材技研

福次 章

1. 緒言：金材技研式連続製鋼法のシュミレーション で用いたモデルに基づいて、脱炭反応に關して単純化を行い、酸素と炭素の移動を電流に置きがえた電気回路モデル（図1）を想定し、これを用いて転炉製鋼法における脱炭過程におよぼすスラグ量の影響についての検討を行ったので、その計算結果を報告する。

2. 電気回路類似：類似を行うにあたり以下の事項を仮定した。1)スラグ、メタル、ガスはよく攪拌されているものとし、吹精酸素は全てスラグ相を経て溶鋼に入る。2)ガス・メタル界面におけるCOガス生成反応は、CとOの濃度が $P_{CO} = 1 \text{atm}$ に平衡する各元素の濃度に対し、一定の過剰濃度を保つようにC、OのCO気相への物質移動が行われることにより進行する。3)メタル・スラグ相の界面抵抗は、CO反応に供する酸素流量に反比例する。図より電流 $i$ 、電圧 $E$ に關する関係式は

$$I = i_1 + i_2 = i_1 + i_2 + i_3 \quad -1, \quad i_1 = C_1 dE_1/dt \quad -2, \quad i_2 = C_2 dE_2/dt \quad -3, \quad i_3 = -C_3 dE_3/dt \quad -4$$

$$E_1 = R i_1 + E_2 \quad -5.$$

境界条件 1)ガス・メタル界面

$$E_2 = d_0 + e_0 \quad -6, \quad E_3 = d_c + e_c \quad -7, \quad e_0 = k_0/e_c \quad -8$$

2)メタル・スラグ界面  $R = \beta/i_1 \quad -10$

以上の関係式を $e_c$ について解くと次式となる。 $de_c/dt = -I / (C_1(k_0/e_c^2 + 2m_0 k_0 \beta / (m_0 e_c^2)) + C_2(k_0/e_c^2 + m_0/m_c)) \quad -11$

3. 計算結果：11式を積分し、 $t=0$ で、 $e_c = 0.04$ とにおいて、下記の数値を用い $C_1$ を変えた場合の脱炭曲線を図2に示す。 $C_1$ は溶鋼換算したスラグ量で、スラグ中の過酸化鉄に結合している酸素量をスラグに平衡する酸素濃度で割った値である。 $d_0, d_c, \beta$ は、前報において用いた最適値である。図2から低炭素域での脱炭はスラグ量の増加にともない大きく遅れることが判る。実線は図1のa点に直接Iを入れた場合、すなわちスラグ相が無いと仮定した場合を示す。なお図1の点bに定電流源を続けば連続製鋼法の回路となる。

4. 結言：連続製鋼法、転炉製鋼法の終点炭素制御におけるスラグ量の影響を動的に捕える上で、電気回路類似は有用と思われる。記号：I：酸素吹精量30kg/min,  $i_1, i_2, i_3$ ：スラグからメタル、スラグ、メタル、CO反応への酸素流量(kg/min),  $i_3$ ：CO反応への炭素流量(kg/min),  $E_1, E_2, E_3$ ：スラグ、メタル中の酸素濃度、メタル中の炭素濃度(-),  $C_1, C_2, C_3$ ：溶鋼量  $C_2 = C_3 = 10^4 \text{kg}$ ,  $d_0, d_c$ ：過剰酸素、炭素濃度(-),  $d_0 + d_c = 0.00015$ ,  $d_0 = d_c m_0/m_c$ ,  $m_0, m_c$ ：酸素、炭素モル数,  $R$ ：スラグ・メタル界面抵抗(min/kg),  $\beta$ ：定数0.003(-),  $e_0, e_c$ ：平衡酸素、炭素濃(-),  $k_0$ ：平衡定数,  $2 \times 10^{-7}$ (-),  $t$ ：時間(min)

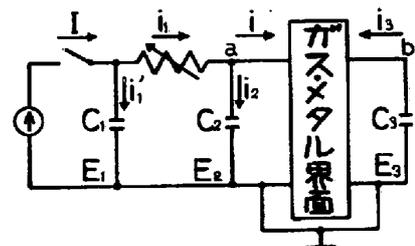


図1 電気回路

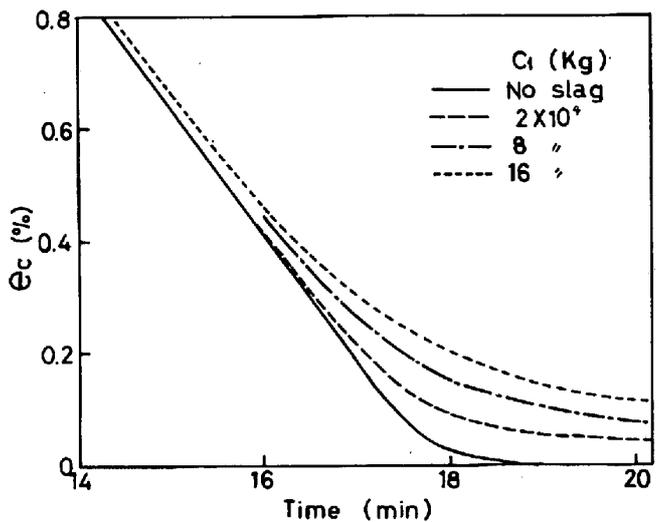


図2 スラグ量と脱炭過程の関係

1)鉄と鋼 59(1973)11, S-413