

(12) H₂ガスによる溶融スラグ中酸化鉄の還元

川崎製鉄技術研究所 片山英司 ○田口整司
榎谷暢男 岡部俠児

1. 緒言 高炉炉床でのスラグ-メタル反応に重要な影響を及ぼすスラグ中の酸化鉄は、これまで滴下帯域で固体Cとの直接還元反応のみが考慮されてきた。しかし、炉内での気-液界面積と液-固界面積の評価を含めて、スラグ中酸化鉄のガスによる還元も同時に考慮する必要がある。ここでは、H₂ガスによる還元速度を求めた。

2. 実験方法 出滓スラグの組成に近似させて、試薬CaCO₃, Al₂O₃, SiO₂を白金るつぽで溶解し急冷したものを母スラグ (CaO=4.5%, SiO₂=3.8%, Al₂O₃=1.7%, 融点約1400℃) とした。FeOは試薬Fe₂O₃を900℃, CO/CO₂=1で還元後、急冷したものをを用いた。母スラグとFeOを配合して3gをMgOるつぽ (13.0×17h) に入れ、熱天秤に設置しAr (99.999% up) 中で昇温する。1450℃に到達後、H₂とH₂Oの混合ガスを添加しガス導入管 (相当内径8mm) から、12mm下のスラグ表面に吹きつけて還元反応による減量を連続記録した。

H₂O濃度はH₂を恒温槽に通して露点で調節した。

3. 実験結果と考察 減量曲線の初期勾配をスラグ界面積2.56cm²で除した初期反応速度 (g-oxygen/cm²・sec) について解析した。ガス流量はガス境膜拡散抵抗を考慮して1 l/minで行った。図1に還元ガス中の水蒸気分圧P_{H₂O}とスラグ中N_{FeO}の影響を示す。速度V₀はP_{H₂O}が低いほど、さらにN_{FeO}が高いほど速くなる。図2に各FeO濃度におけるH₂濃度P_{H₂}の影響を示す。速度はH₂濃度の平方根√P_{H₂}に比例している。FeO 5%, H₂ 4%以下では、この比例関係からずれてくるのは、還元速度が小さい場合、還元初期においてFe³⁺→Fe²⁺の還元反応の寄与が大きいものと考えられる。溶融スラグ中FeOのH₂ガス還元において、スラグ表面での吸着(H)と(FeO)との反応素過程を考慮して、総括反応速度は次式で表わされる。

$$V_0 = \sqrt{P_{H_2}} \left(N_{FeO} - P_{H_2O}/k_1 \cdot P_{H_2} \right) / \left(1/k_2 + \sqrt{P_{H_2}}/k_3 + 1/k_1 \cdot k_4 \cdot \sqrt{P_{H_2}} \right)$$

ここで、k₁:定数, 1/k₂:化学反応抵抗, √P_{H₂}/k₃:液側界面の境膜拡散抵抗, 1/k₁・k₄・√P_{H₂}:ガス側界面の境膜拡散抵抗。√P_{H₂}/k₃と1/k₁・k₄・√P_{H₂}の両抵抗が無視できれば、V₀は√P_{H₂}とN_{FeO}-C(P_{H₂O/P_{H₂})に比例することになり図1, 2に一致する。}

4. 結言 スラグ中酸化鉄の濃度が小さい範囲での固体Cによる還元速度は、Shabrinらの結果からFeO: 5wt%, 1450℃において0.96×10⁻⁵(g-oxygen/cm²・sec)である。同じFeO濃度と温度において、ボッシュガス中H₂濃度8%とすれば、H₂による還元速度は本実験から、1.08×10⁻⁵(g-oxygen/cm²・sec)となり、単位表面積当りの反応速度はほぼ等しい。したがって、ガスによる還元も考慮しなければならない。

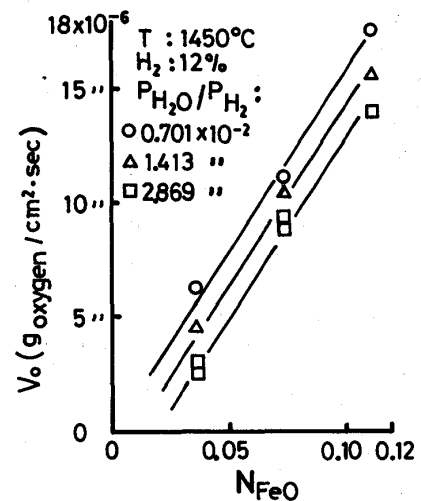


図1 FeO濃度と水蒸気分圧の影響

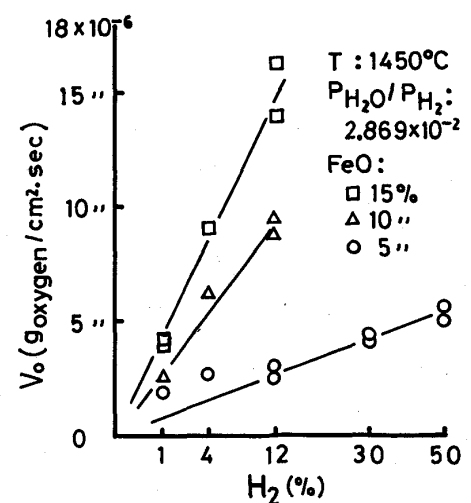


図2 H₂濃度の影響