

(37) 溶融ウスタイトのCOによる還元反応速度に及ぼす添加物の影響

東北大学工学部

○長坂徹也 萬谷志郎

I. 緒言 著者ら¹⁻³は先に、最近注目を集めている溶融還元法に関する基礎的知見を得ることを目的として、固体鉄と平衡する溶融純ウスタイトのH₂、COによる還元速度を測定し、化学反応速度式を求めた。更に、溶融ウスタイトのCOによる還元反応速度に及ぼす添加物(Al₂O₃, TiO₂, CaO, SiO₂, CaO + SiO₂)の影響を測定した。その結果、反応速度は試料中の2価と3価の鉄イオン濃度比の関数として統一的に表わし得ることを明らかとし、還元反応速度、 r (kg/m²s)、に関する実験式として次式を導出した。

$$r = (N_{\text{FeO}_{1.5}}^2 / N_{\text{FeO}}^3)^{1/3} (P_{\text{CO}} - P_{\text{CO}_2}/K'_C) \exp(-33,000 + 2.86) \quad (K'_C = (P_{\text{CO}_2}/P_{\text{CO}})_{\text{eq}}) \quad (1)$$

今回は前報に引き続き、溶融ウスタイトのCOによる還元反応速度に及ぼす添加物の影響を測定したので結果を報告する。添加物には塩基性酸化物としてNa₂O、MgO、MnO、酸性酸化物としてP₂O₅、また還元速度に及ぼす共存陰イオン種の影響を調べるために、FeS、CaF₂、CaCl₂の影響について検討した。実験装置及び方法は前報と同様である。実験温度は1673 K、および1723 K、還元ガス流量は1部の実験を除いて4 l/minとした。

II. 実験結果および考察 還元速度に及ぼすガス側物質移動の影響は、前報で導出したガス側物質移動速度に関する実験式を用いて評価した。また、低い還元ガス分圧下で実験を行なうことにより、液相中における物質移動の影響を無視できる条件で還元速度を測定した。したがって、化学反応速度の解析が可能であった。

前報では、還元反応速度のガス組成依存性は次式で表されることを示した。

$$r = k_a (P_{\text{CO}} - P_{\text{CO}_2}/K'_C) \quad (\text{kg/m}^2\text{s}) \quad (2)$$

Fig.1 に結果の1例を示すように、本研究においても(2)式の関係が成立することを確認した。(2)式で定義される速度定数 k_a は試料の組成に依存し、系の塩基度が增加すると k_a も大きくなる傾向が認められた。Fig.2 に、1673 Kで求められた k_a とFe³⁺とFe²⁺イオンの濃度比の関係を示す。Na₂O、MgO、MnOを添加した系における実験結果はいずれも前報で求めた(1)式とよく一致する結果が得られた。したがって、(1)式はNa₂O、MgO、MnOを含む系に対しても適用できることがわかった。しかしFig.2中に示すように、強酸性酸化物であるP₂O₅を添加した系では反応速度は著しく減少し、(1)式によってその結果を表わすことはできない。これは、P₂O₅が表面活性剤として作用し、表面に強く吸着したP₂O₅が反応を妨げることによると推定される。さらに、還元速度に及ぼす共存陰イオン種の影響についても検討したが、還元反応速度に大きな影響を与えるのは主に陽イオン種であり、共存陰イオン種の影響は非常に小さいことがわかった。

参考文献 1) 萬谷ら：鉄と鋼 70 (1984), P.1689

2) 長坂ら：鉄と鋼 71 (1985), P.204

3) T. Nagasaka et al.: Process Tech. Proc., Iron Steel Soc., 6 (1986), P.669.

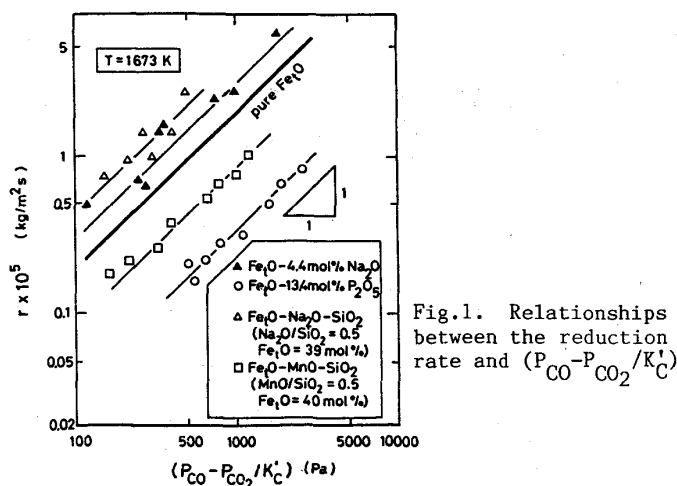


Fig.1. Relationships between the reduction rate and $(P_{\text{CO}} - P_{\text{CO}_2}/K'_C)$

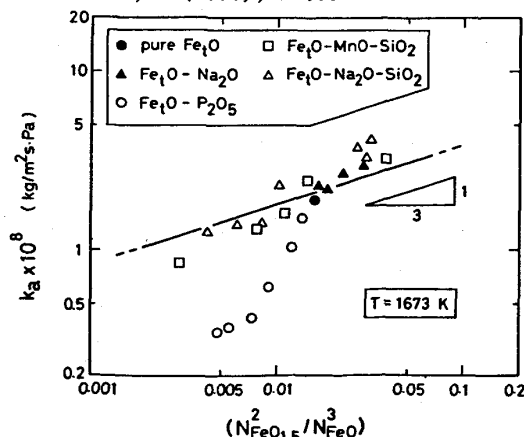


Fig.2. Effect of ferrous-ferri ratio on the apparent rate constant.