

(61) ウスタイトペレットのヒガスによる還元

(酸化鉄の還元に関する研究-Ⅱ)

早稲田大学 理工学部 工博 草川隆次

大学院

清水拓三 小川崎正洋

1. 実験目的 酸化鉄ペレットの還元に関する理論的解析は多くの場合ある反応界面が求心的に移動するというトポケミカルモデルに基づいて行なわれてきた。しかしながらこの律速段階として界面における化学反応過程であるか、金属鉄層内のガス拡散過程であるか、いまだ問題点が多い。そこで緻密なウスタイトペレットと比較的多孔性のウスタイトペレットを水素で還元しこれらの律速過程を考慮した速度式の適用性について検討する。

2. 試料作製および実験方法 試料のウスタイトペレットは試薬ヘマタイト粉とヘガネス鉄粉を3.25:1の割合で蒸留水で混合してペレットを作り、乾燥させた後1000°Cで2時間N₂雰囲気中の電気炉で焼成した。このように合成した試料はX線回折および光学顕微鏡によりウスタイトであることを確認した。本実験は熱天秤を用いてペレットの重量変化の測定を行ない実験結果の解析をした。

3. 実験結果および考察 緻密なペレット(気孔率=14.2%)と比較的多孔性のペレット(気孔率=24.8%)を600°C~1000°Cの範囲で還元を行なったところペレットの還元途中における試料断面からいずれもマクロ的なトポケミカルの反応界面が認められた。図1の多孔性ペレットの還元率曲線からわかるように還元反応速度の温度依存性はかなり大きいことが予想される。界面における化学反応が律速する場合の速度式 $1-(1-R)^3 = \frac{k_p(C_0 - C_e)}{k_{ad}(C_0 - C_e)}$ および金属鉄層内の拡散が律速する場合の速度式 $1-\frac{3}{2}(1-R)^3 = \frac{D_p(C_0 - C_e)}{k_{ad}(C_0 - C_e)}$ を使用して得られた還元率Rを $1-(1-R)^3$ および $1-\frac{3}{2}(1-R)^3$ に変換して還元時間との直線性を検討した。図2から多孔性ペレットの場合高温の1000°C~800°Cの範囲では還元率にしてかなり高い85%~94%まで化学反応支配域が直線を示し、それ以後は図3からもわかるように還元率にして80%以上から拡散支配域に移行し直線性を示す。低温の場合には化学反応支配域の範囲がせまく、700°Cの時だけ拡散支配域の直線性が認められなかった。緻密ペレットの場合は多孔性ペレットと少し異なって化学反応支配域がややせまく1000°C~800°Cの温度範囲では還元率にして60%~70%まで直線を示し、還元率が80%以上から拡散過程に移行し直線性を示す。以上の結果から律速段階の変化に際しては顕著な遷移段階が認められず、従って還元反応を表示する速度式としては各々の過程が律速する二つの速度式によって表現することができる。

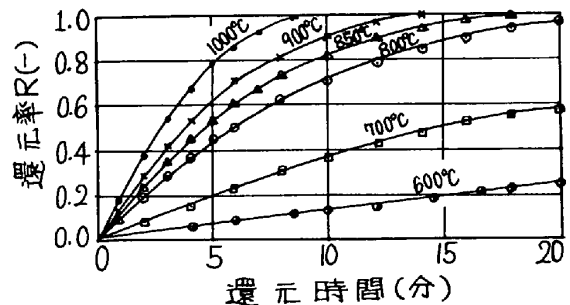


図1. 多孔性ペレットの還元率曲線

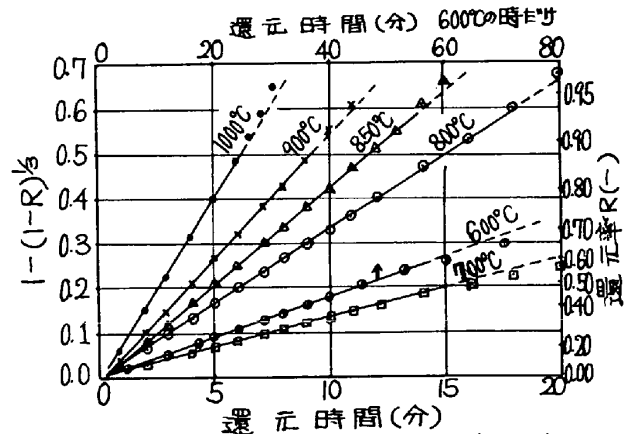


図2. 多孔性ペレットの界面化学反応支配域

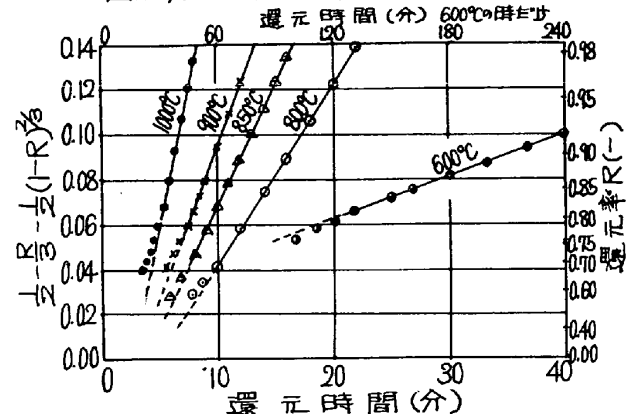


図3. 多孔性ペレットの拡散支配域