

(33) ウスタイトの還元に関する研究

東北大学選鉱製鉄研究所 ○小野田 亨、徳田昌則
大谷正康

1. 緒言 酸化鉄の還元過程で中間生成相として現われるウスタイト ($Fe_{1-y}O$) は被還元性が最も悪く、ウスタイト → 金属鉄の過程が全還元過程を大きく支配すると考えられる。一方、粒径の大きい酸化鉄の還元過程で還元により生成した金属鉄中の気孔の量や性状は総合的還元速度に重要な影響をおよぼすが、この気孔の生成機構にもウスタイト → 金属鉄の過程が重要な役割を果たしている。ウスタイト中の空孔濃度 y が固相内拡散過程にとり重要な因子であることが知られているが、著者らはこれ以上記述の過程にも本質的な影響を与えているものと考え、 y 値を人工的に調整したウスタイトを作成し、種々の還元条件との関連を検討中で、今回はとくに気孔の生成状況について現象的に検討した結果を報告する。

2. 試料の調整 電解鉄を真空溶解後、0.5 mm 厚に圧延した純鉄板を $1200^{\circ}C$ にて CO/CO_2 混合ガスにより予備酸化し、急冷後約 $10 \times 10 \text{ mm}^2$ に切断、はく離し、再び $1200^{\circ}C$ で目的組成の CO/CO_2 混合ガスにより10時間以上加熱して y を調整する。急冷後、エメリー紙で表面を研磨して還元に供した。 y 値は化学分析およびX線回折による格子定数の測定値より確認した。

3. 実験結果 還元速度は熱天秤により求め、ガスとして $H_2 + H_2O$ (4.2%) および純 CO を用いた。適当な還元率のところで、中断し、顕微鏡により組織を観察し反応の進行状態と対応させた。実験結果の一例および H_2/H_2O と CO 還元における典型的な還元組織を写真に示す。結果を以下に要約する。

i) H_2/H_2O 還元の場合には、還元初期に反応は急速に進行するが約20分後から著しく遅くなり、 y に対してほぼ直線的に進行する。しかし顕微鏡観察によれば、 y 値が Fe/FeO 平衡に対応するほど小さい場合を除き、反応はマクロ的にトポケミカルに進行せず、生成鉄相はブドウ状に発達している(写真1)。

ii) y 値の還元速度に対する影響は極めて大きい(表1参照)が、このことは気孔の生成量と密接に対応している。すなわち y 値の大きいほど還元速度は大きく、気孔生成量も大きい。

iii) 生成金属鉄の性状は試料内部(反応前線近傍)と外周部では一般に異なっており、前者は肉眼的には緻密、粗大であり、後者は気孔を含み肉厚も薄い(写真1)。外周部から内部へかけての金属鉄性状のこのような変化は、気孔の生成過程に対応し、気孔は金属鉄生成後生長を開始するものと考えられる。

iv) CO 還元の場合には初期の急速な進行は見られず、 y に対してほぼ直線的に進行し(表1参照)、金属鉄層はマクロ的にトポケミカルに進行する。気孔の数は H_2/H_2O 還元に比し、極めて少ないが、気孔は大きくクラック状に発達している(写真2)。 y 値の小さい場合も含め、緻密な鉄の生成する条件でクラックの発生する場合が多い。

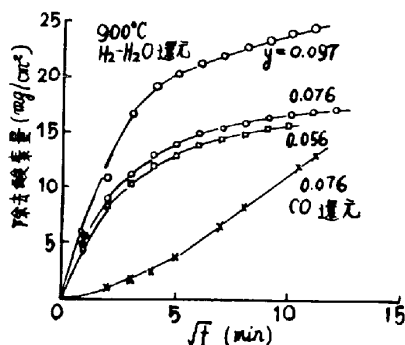


表1 図 ウスタイトの還元速度におよぼす y の影響

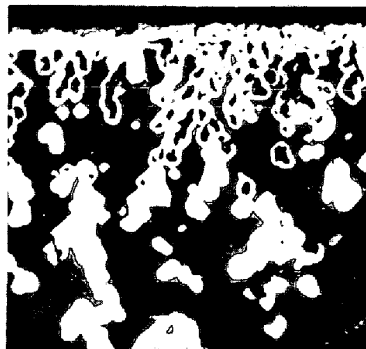


写真1. $800^{\circ}C$, H_2/H_2O 還元, ($\times 600$)

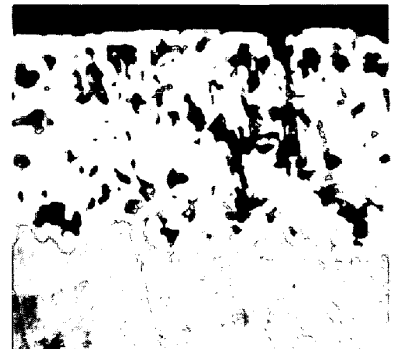


写真2. $1000^{\circ}C$, CO 還元, $y=0.076$, ($\times 600$)