

(192) CO気泡の発生を伴う固体鉄の溶融Fe-C合金への溶解

川崎製鉄技術研究所 ◦桜谷敏和 名古屋大学工学部 森 一美

1. 緒言 スクラップの溶鉄への溶解は、固液界面の濃度境界層におけるCの拡散により律速され、その物質移動係数の流体力学的条件による変化が、常温系の無次元相関式に一致することが知られている⁽¹⁾。一方、海綿鉄を電気炉に装入溶解する場合、未還元FeOの還元によるCO気泡の発生が伴う。鉄鉱石の溶融還元、溶融スラグ中のFeOのCによる還元なども、CO気泡発生に付随する現象であるが、気泡発生が物質移動過程に与える効果が不明なため、速度論的研究は不十分な段階にある。反応界面が気泡による擾乱を受けている系の物質移動に関する研究は、常温系においても少ないが、精錬系におけるC-O反応の一般的な存在に鑑みて、重要な研究課題であると考えられる。本研究では、固体鉄中にFeOを介在させ、 $FeO + C \rightarrow Fe + CO(g)$ に従ってCO気泡が固液界面で発生する条件下における、固体鉄溶解に関わるCの物質移動係数の変化を考える。

2. 実験 SiC抵抗炉を用い、グラファイト坩堝(48 ϕ ×40 ϕ ×120 H mm)中で、550gの炭素飽和鉄を溶解し、12.0mm ϕ の純鉄棒を所定時間浸漬して径の減少速度を求めた。実験は、Ar 1atm及び減圧下、1200~1450 $^{\circ}$ Cの温度範囲において、試料回転速度0及び50~900rpmで行なった。また圧力計により、気泡全発生量を同時に測定した。純鉄棒は電解鉄の高周波炒溶解にて作製し、スクラップ相当のAl-Killed鋼及び、QをFeOとして含む、Q=50~1700ppm間の8水準の試料を得た。

3. 実験結果と考察 図1に実験結果の一例を示す。この溶解速度から、次式に従い、見掛けの物質移動係数、 k_m (cm/sec)を算出した。 $k_m = -(dr/dt) \{ \ln [1 + (C_L - C_L^*) / (C_L^* - C_s)] \}^{-1}$ 、ここで、r: 径、 C_L : 溶鉄のC濃度、 C_L^* : 液相線C濃度、 C_s : 固体鉄のC濃度。

含有酸素量の増加と共に、 k_m は著しく増大している。写真1には、Al-Killed鋼、Q=50, 1700ppmの試料の溶解後の形状を示す。Al-Killed鋼は、自然対流の存在で説明される形状($r \propto L^{-0.25}$, L: 試料高さ方向長さ)を示すが、気泡発生と共に、溶解面は均一で、かつ平滑となり、さらに気泡発生量が増加すると共に、試料上部が太い形状になる。これらは、局所的な気泡発生が関与する、核沸騰伝熱⁽²⁾に類似する現象であると考えられる。即ち、マクロ的には、界面の溶鉄が気泡を含有した二相流体となり、密度が著しく低下して、流体場が発達した乱流自然対流となること、ミクロ的には、図2に模式的に示すような、気泡の生成、離脱によって誘起される局所流れの存在、或いは、濃度境界層の剥離に引き続く、非定常拡散の繰り返しが、 k_m の著しい増大をもたらす。

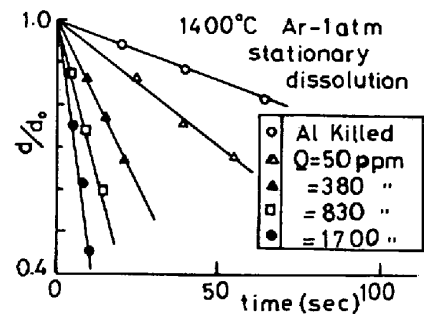


図1 溶解速度

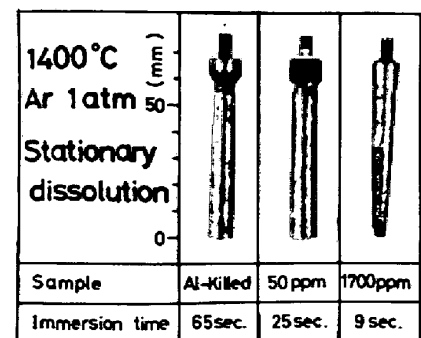


写真1 溶解後の試料形状

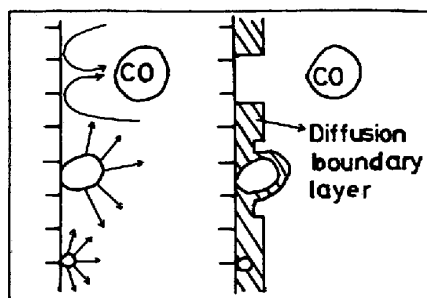


図2 物質移動に与える気泡発生の効果

4. 文献 (1) Y-U. Kim and R. D. Pehlke; Met. Trans.

5(1974) 2527. (2) 日本機械学会; 「沸騰熱伝達」(1965)