

(132) O₂-Ar 混合ガスによる溶鉄への酸素溶解速度

大阪府立大学工学部

○片瀬 嘉郎
工博 河合 正雄

I 緒言 溶鉄の酸素溶解反応に関しては、従来、界面反応に Lindeman 機構を適用した報告¹⁾、界面反応は化学平衡が成立つとして二重境膜説を適用した報告²⁾などがある。本研究では O₂-Ar 混合ガスから溶鉄への酸素溶解速度を測定し、その反応速度について検討を行った。

II 実験方法 電解鉄 1 kg を MgO 坩堝 (内径: 51 mm, 高さ: 130 mm) を用いて高周波誘導溶解 (出力: 15 KVA, 周波数: 170 KHz) し、溶湯後水素脱酸してできるだけ酸素を低下させた後、溶鉄面上 30 mm に固定した吹込管 (内径: 10 mm) より O₂-Ar 混合ガスを送入しながら適当な時間間隔で試料を採取し、溶鉄中酸素濃度の時間変化を測定した。送入した混合ガスの酸素分圧: P_{O₂} は 0.001 ~ 0.1 気圧、流量: V は 1 ~ 11 NL/min の範囲で変化させた。実験温度は 1600°C で行った。

III 結果と考察 溶鉄中酸素濃度: (%O) は、溶鉄表面に酸化物が観察されるまでは時間比例して一定速度で増加した、がその後は (%O) の増加につれて速度は次第に減少しながら飽和値に達した。酸化物が生成するまでの酸素溶解速度: d(%O)/dt と P_{O₂} および V との関係を示し、それぞれ図 1 および図 2 に示す。又溶鉄表面に酸化物が生成した時の溶鉄中酸素濃度: (%O)_{oxide} と P_{O₂} の関係を図 3 に示す。

本測定における反応の素過程は i) 気相より溶鉄-気相界面への酸素の移動 ii) 溶鉄-気相界面における化学反応 iii) 溶鉄-気相界面より溶鉄中への酸素の移動 であると考えると酸化物が生成するまでの d(%O)/dt および (%O)_{oxide} と P_{O₂} の関係式は、お近似的として (1) および (2) 式となる。

$$\frac{d(\%O)}{dt} = \frac{A}{V} K_{obs} P_{O_2} \quad (K_{obs} = \frac{3200}{\rho} \cdot \frac{1}{RT} \cdot \frac{k_{O_2} k_1}{k_{O_2} + k_1}) \quad (1)$$

$$(\%O)_{oxide} = (\%O)_{sat} - K_{obs} / k_2 \cdot P_{O_2} \quad (2)$$

上式で k_{O₂} および k₂ は気相側および液相側の物質移動係数 (cm/min); k₁ は反応: O₂ ⇌ 2O の正反応の速度定数 (cm/min), ρ は溶鉄の密度 (g/cm³), A および V は溶鉄の表面積 (cm²) および体積 (cm³) である。

本測定系においては k_{O₂} = aV^b (a, b: 定数) なる関係が成立つので、図 1 および図 2 と (1) 式、図 3 と (2) 式の対応性は極めて良く、即ち酸化物が生成するまでの溶解速度は過程 i) および ii) に支配されることが解る。又実験結果より k₁ = 3.2 × 10³ cm/min, k_{O₂} = 105 V^{0.98} cm/min, k₂ = 1.6 cm/min と得られた。

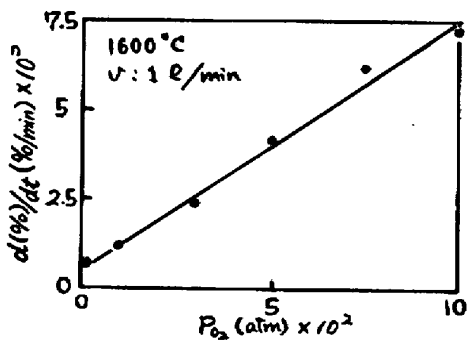


図1 d(%O)/dt と P_{O₂} の関係

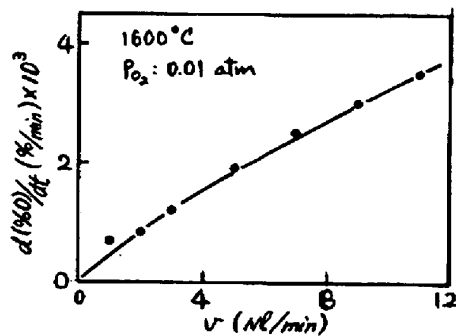


図2 d(%O)/dt と V との関係

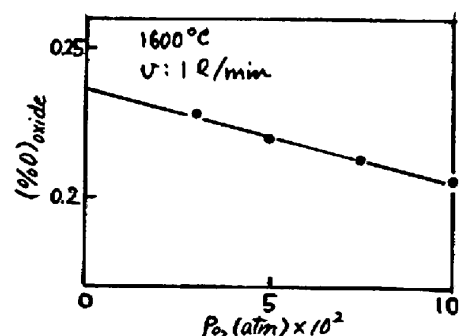


図3 (%O)_{oxide} と P_{O₂} の関係

文献 1) 井上道雄, 長隆郎, 倉田雅之; 鉄と鋼, 55 (1969), 5467
2) 伊藤公允, 佐野幸吉; 鉄と鋼, 49 (1963), 1652; 50 (1964), 17