

(162) 減圧下の溶鉄および溶銅の蒸発現象について

大同特殊鋼(株)中央研究所  
名古屋大学工学部

○早川静則  
井上道雄、長隆部

1.緒言、減圧下における溶鉄および溶銅の蒸発現象に及ぼす溶存酸素の影響について調査した結果を報告する。

2.実験方法、Ma線抵抗炉を使用し、内径6mm高さ8mmのMgOルツボで酸素濃度を0.0026~0.16%に調整した鉄および銅の試料約1gを0.002~0.1mm.Hgの減圧下で溶解し、鉄-酸素系は1550, 1580, 1610°C, 銅-酸素系は1100, 1230, 1300°Cの各温度において電気天秤を用いて重量変化を測定し、各温度での蒸発速度係数を求めた。

3.実験結果、各温度における鉄-酸素系および銅-酸素系の蒸発速度係数と酸素濃度の関係は、図1,図2に示したように酸素濃度の増加とともに蒸発速度係数は減少することが判明した。

4.考察、蒸発は酸素の吸着サイトからの蒸発と非吸着サイトからの蒸発とに分類でき、吸着平衡がLangmuirの等温吸着式で表わされると仮定すれば、蒸発速度係数を以下のように表わすことができる。

$$K_N = K_1(1 - \theta_0) + K_2 \cdot \theta_0 \quad \text{---- (1)}$$

$$\theta_0 = R_{ad} [\%O] / (1 + R_{ad} [\%O]) \quad \text{---- (2)}$$

$K_N$ : 蒸発速度係数、 $K_1$ : 非吸着サイトからの蒸発速度係数、 $K_2$ : 吸着サイトからの蒸発速度係数、 $\theta_0$ : 酸素の吸着率、 $R_{ad}$ : 吸着平衡定数、一般に $K_1$ はHerz-Langmuir-Knudsenの式により表わすことができる。また(1)(2)式より $1/K_1 - K_N$ と $1/[\%O]$ は一次の関係が成立し最小二乗法により $K_2, R_{ad}$ を求めることができる。 $K_2, R_{ad}$ と温度は図3、図4の関係にあり以下(3)~(6)式を得ることができる。

鉄-酸素系、 $\log K_2 = 7.01 - 20,180/T$  (3),  $\log R_{ad} = 15,230/T - 6.41$  (4)

銅-酸素系、 $\log K_2 = 5.88 - 15,650/T$  (5),  $\log R_{ad} = 5,490/T - 1.49$  (6)

(1)~(6)式より求めた各温度における蒸発速度係数と酸素濃度の関係を図1,図2に実線で示した。次に溶鉄および溶銅の蒸発が吸着酸素の単分子膜を通して行なわれると仮定すれば、見かけの溶鉄および溶銅の蒸発速度係数 $K_0$ は次のように表わすことができる。

$$K_0 = K_1(1 - \theta_0) = K_1 / (1 + R_{ad} [\%O]) \quad \text{---- (7)}$$

$$K_0 = C \exp [-(E + \pi \cdot \Delta A) / k \cdot T] \quad \text{---- (8)}$$

$C$ : 定数、 $E$ : 蒸発の活性化エネルギー、 $\pi$ : 表面圧、 $\Delta A$ : 蒸発原子が界面で獲得する面積、 $k$ : Boltzmann 定数、(7)(8)式にHaldenら<sup>2)</sup>門間ら<sup>3)</sup>の表面張力測定値を用いて $\Delta A$ を求めた結果、1570°Cにおける鉄-酸素系の $\Delta A$ は $7.55 \text{ \AA}^2$ 、1230°Cにおける銅-酸素系の $\Delta A$ は $15.57 \text{ \AA}^2$ となり表面張力より得られる吸着面積とよく一致している。文献 1)F.A.Halden and W.D.Kingery; J. Phys. Chem., 59 (1955), P537

2)門間、須藤; 日本金属学会誌 24 (1960), P378

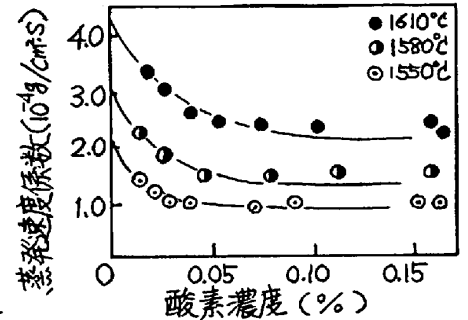


図1. 鉄-酸素系の蒸発速度係数と酸素濃度の関係

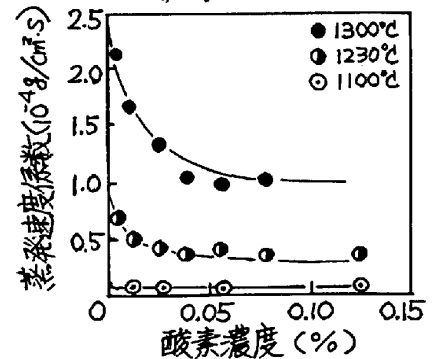


図2. 銅-酸素系の蒸発速度係数と酸素濃度の関係

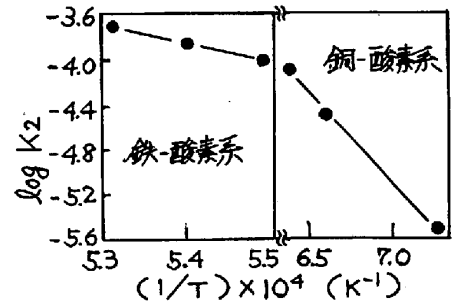


図3.  $K_2$ と温度の関係

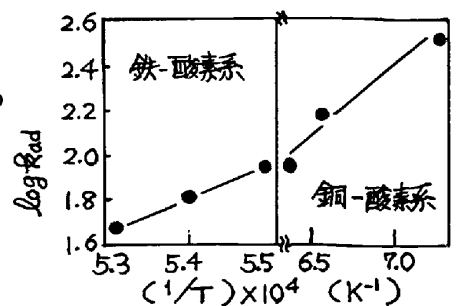


図4.  $R_{ad}$ と温度の関係