

(103) 溶鉄中 窒素の拡散係数の測定

名古屋大学 井上 道雄, 小島 康, 長 隆郎
上川 清太, 山田 幸永

1. 緒言: 純鉄中窒素の拡散係数を *Capillary Reservoir* 法により測定した結果を先の本大会で報告した。ここでは本法の採用による測定上の誤差を検討し、拡散係数測定精度向上の可能性を明らかにした。

2. 濃度分布: 表面より x の距離にある面の濃度は攪拌や対流がない場合には次の如く求められる。

$$(C - C_0) / (C_s - C_0) = 1 - \operatorname{erf}(x / 2\sqrt{Dt}) \quad \dots (1)$$

正規確率紙上に左辺を縦軸、拡散比距離 (x/l) を横軸に取り実測値を図1に示した。両者の関係が、(1)式を満足しおれば、直線関係が得られる。図中黒丸は液表面と炉の中心に、また x , x' は液層面と炉の中心より 40mm 下部に在るよう坩堝をセットしたものである。前者は実験中 N_2 の吹込みにより表面近傍が冷却され約 2.5mm の深さまで局部的に攪拌が生じたものと推定される。これ以上の深さでは、極めてよく直線関係が得られた。後者の実験条件では、局部的攪拌をほとんど無視できる。

3. 拡散係数: 濃度 *profil* から拡散係数を測定すると操作が煩瑣であるので鋼浴を浅くし拡散した窒素の総量を求め平均濃度から次式を用い拡散係数を計算した。

$$\frac{\bar{C} - C_0}{C_s - C_0} = 1 - \frac{8}{\pi^2} \left(e^{-\theta} + \frac{1}{9} e^{-9\theta} + \frac{1}{25} e^{-25\theta} + \dots \right) \quad \dots (2) \quad \text{ここで } \theta = \pi^2 Dt / 4l^2$$

窒素の分析精度、実験温度の誤差、それに伴う表面における飽和濃度 C_s の変化、測定時間を考慮すると相対誤差は 2~3% となる。一方鋼浴の深さ l をどのように見積るかによって誤差は極めて大きくなる。前者らは、坩堝壁と接していた凝固試料の側面の長さ l_1 は溶解時のそれと等しく、また鋼浴は坩堝壁と濡れないとし表面張力 1500 dyn/cm で表面のふくらみの体積を乾かす内柱とした場合の高さ l_2 を算出し $l = l_1 + l_2$ とした。種々の坩堝径について拡散係数の平均値を図2に示した。

4. その他の誤差: 上記の誤差を最大に見積つても D としては 8% の精度で得られるべきであるが、測定値に約 25% のバラツキがあった。このバラツキはこれまで考察しなかった Factor によるもので、次のことが考えられる。(1) 凝固時に表面より拡散する窒素による。(2) 細い管では鋼浴と坩堝壁とが濡れなければ表面は球状となる。濡れた場合は平面に近づく。ガス-液界面積が一定と在るために、 D がバラツク原因と在る。(3) 鋼浴表面が坩堝壁先端より盛上った場合に D が大きく在る傾向が見られた。これはガス-液界面積が増加し窒素の鋼浴への吸収量が増加したためと考えられる。

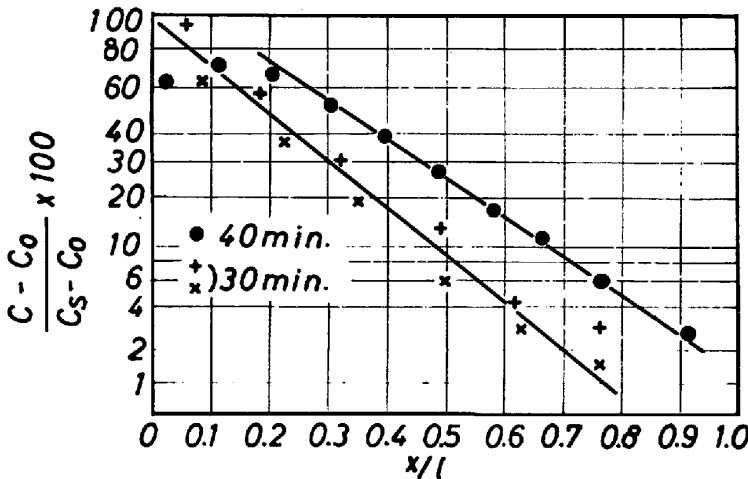


図1. 窒素の相対濃度と拡散比距離
1) 鉄と鋼 57(1971) 4 S79

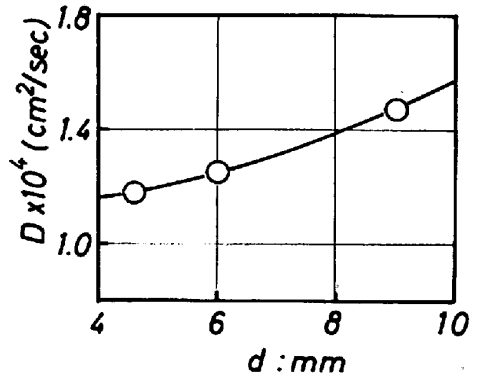


図2. 坩堝径と拡散係数