

(275) 炭素飽和溶鉄と分散気泡間の総界面積および窒素の物質移動係数の評価

豊橋技術科学大学

○川上正博 新田英紀 中村毅

三宅倫幸 伊藤公允

1. 緒言

溶鉄中へのガス吹込みプロセスにおける速度論的研究では、溶鉄中のガス成分含有量の経時変化から求まるのは、物質移動係数と総反応界面積の積である容量係数である。本研究では、吹込みガスを N_2 -Ar- N_2 の順に変えて、溶鉄中のN含有量の経時変化を求める。同時に、前講演で示した気泡分散の測定結果を用い、分散気泡の総表面積を評価し、気泡-溶鉄間の物質移動係数を評価することを目的とする。

2. 実験方法

2-1 容量係数の評価 N_2 気泡からの窒素吸収速度は、メタル側の物質移動律速を仮定し、データを(1)式で整理した。Arガスによる脱窒は、ガス側物質移動を仮定し、(2)式で整理した。ここに、Aは総界面積、Wは溶鉄質量、Kは $N_2=2N$ の平衡定数、 f_N はNの活量係数である。

$$\ln \frac{[\%N]_e - [\%N]_0}{[\%N]_e - [\%N]} = \frac{\rho A k_m}{w} t \dots\dots (1)$$

$$\frac{1}{[\%N]} - \frac{1}{[\%N]_0} = \frac{2800 F_N^2 A k_g}{W R T K} t \dots\dots (2)$$

2-2 総反応界面積の評価 気泡上昇速度と、気泡通過時間の積より、探針が気泡を切る弦長さの分布が求まる。気泡を球と仮定した場合、その分布より、気泡径分布は(3)、(4)式により評価できる¹⁾。ここに、 Δ は弦長さ分布をとったときの最小弦長さであり、 $(n_1)_j$ は弦長さが、 Δ_j と $\Delta(j+1)$ の間にある弦の数、 n_j は気泡直径が、同区間にある気泡数である。

$$(n_1)_j = \frac{4}{\pi \Delta^2} \left[\frac{(n_1)_j}{2j-1} - \frac{(n_1)_{j+1}}{2j+1} \right] \dots\dots (3)$$

$$P_i = \frac{n_i}{\sum n_i} \times 100 \dots\dots (4)$$

浴内のガス体積を V_g 、溶鉄の体積を V_{Fe} とすれば、浴全体のガスホールドアップは、(5)式で与えられる。また、 V_g は浴内気泡の数と大きさより(6)式で与えられる。(4)、(5)、(6)式を組合せると、全気泡数が求まり、更に、再び(4)式を用い、 n_i を求めると、総反応界面積Aは、(7)式で与えられる。

$$\bar{H} = \frac{V_g}{V_g + V_{Fe}} \dots\dots (5)$$

$$V_g = \frac{\pi}{6} \sum D_i^3 n_i \dots\dots (6)$$

$$A = \pi \sum D_i^2 n_i \dots\dots (7)$$

3. 結果と考察

図1に、弦長さ分布を、図2にはそれから評価した気泡径分布を示した。これより総界面積を求めると、 $A = 997 \text{ cm}^2$ となった。一方、窒素の吸収・脱窒実験より、容量係数を求めたところ、 $Ak_m = 1.21 \text{ cm}^3/\text{s}$ 、 $Ak_g = 2.10 \text{ cm}^3/\text{s}$ となった。したがって、 $k_m = 1.21 \times 10^{-3} \text{ cm}/\text{s}$ 、 $k_g = 2.11 \times 10^{-3} \text{ cm}/\text{s}$ となった²⁾。これらの値は、他の研究者のデータの外挿値と比べ、 k_m で $1/5$ 、 k_g で2桁小さな値であった。

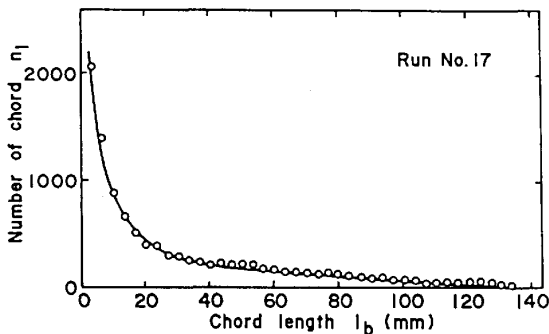


Fig.1 Distribution of chord length.

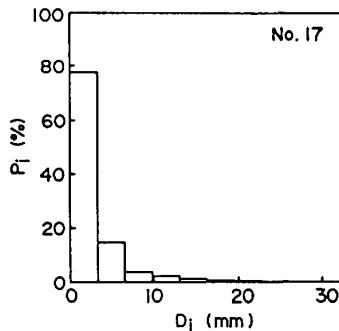


Fig.2 Fractional size distribution of bubbles.

- 1) . 川上、富本、北沢、伊藤：鉄と鋼 68 (1982)、S.886
- 2) . 天野、伊藤、坂尾：鉄と鋼 62 (1976) P.1189.