

(147) 溶鉄および溶融鉄合金中の水素の拡散係数について

名古屋大学工学部 ○長 隆郎
井上道雄

1. 緒言: 前回¹⁾は溶鉄および溶融鉄合金の水素吸収速度について報告したが, 本研究ではそこで得た見かけの物質移動係数 k_H から溶融鉄および鉄合金中の水素拡散係数 D_H の値を推算することにした。

2. 方法および結果: 一般に溶鉄および溶融鉄合金の水素吸収は液相内の水素の拡散律速と考えられるが, 合金成分の種類および濃度によっては密度 ρ および粘度 η の値が純鉄とかなり相違し, k_H を D_H のみの関数として総括的に説明できない。一方, 乱流下の水溶液内の物質移動過程では拡散係数 D , 動粘度 ν , 流動速度 U , 物質移動係数 k の間に次の関係がしばしば成立する。

$$J_D = (St)(Sc)^{1/3} = A(Re)^{1/2}, \quad \text{あるいは } (k/U)(\nu/D)^{1/3} = A(LU/\nu)^{1/2} \quad \text{①}$$

ただし, St : Stanton数, Sc : Schmidt数, Re : Reynolds数, L : 代表長さ, A : 定数。いま水素吸収への①式の適用を試みるために U の値を一定と仮定し, 水素に関する添字 H を付して①式を②式に変換する。

$$\log(k_H/D_H^{1/3}) = (m-1/2)\log U + C, \quad \text{ただし } C = \log[A(U/\nu)^{1/2}] \quad \text{②}$$

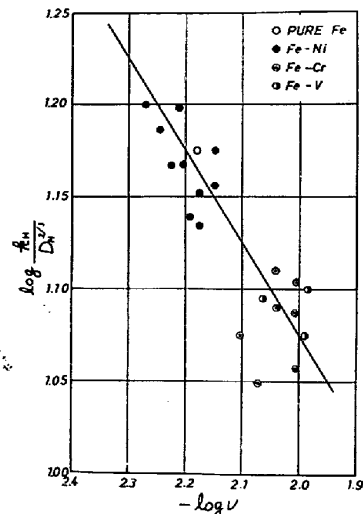
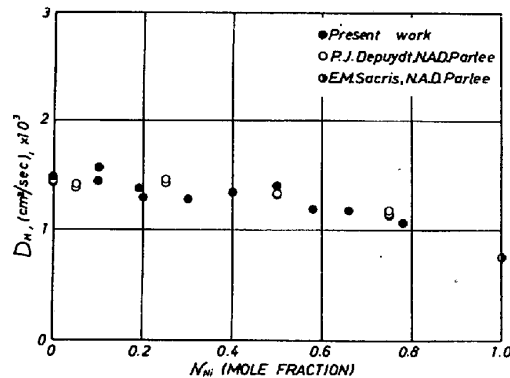
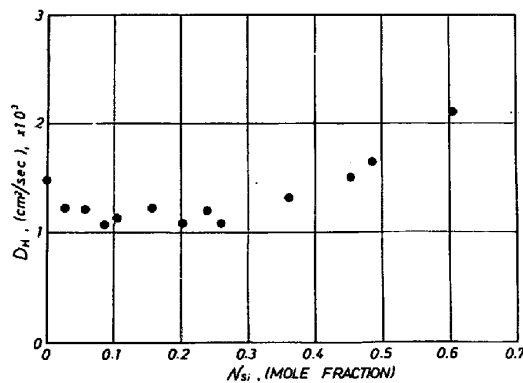
ここで諸家の研究結果から²⁾, ρ (Pure Fe³⁾, Fe-Ni³⁾, Fe-Cr⁴⁾, Fe-V⁴⁾, η (Pure Fe⁵⁾, Fe-Ni⁶⁾, Fe-Cr⁷⁾, Fe-V⁸⁾)の値を採用し, ②式の $\log(k_H/D_H^{1/3})$ と $\log U$ の関係をプロットすると, 図1のような直線関係が得られる。これは①式を本研究のようなガス吸収に応用できるとともに, $k_H \propto (D_H)^{1/3}$

の関係が成立することを示す。またこの直線の勾配はほぼ-1/2なので, $J_D = A(Re)^{1/2}$

$$\log(k_H/D_H^{1/3}) = -\frac{1}{2}\log U + 0.075 \quad \text{③}$$

を得る。③式より1600°CのPure Feの D_H の値を求めると $14.8 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}$ となり, Parlee²⁾の $14.4 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}$ に近い。またFe-Ni, Fe-Cr, Fe-V系の D_H の値も, たとえばFe-Ni系に関する図2より明らかのようにParlee²⁾と一致し, ③式より D_H の値を十分推算できる。そこで従来測定されていないFe-Si系について③式より D_H を求めると, 図3の結果を得る。なお ρ および η の値に関するデータが不十分なFe-NbおよびFe-B系についても D_H の値を求めた。またFe-H系を基準とし, $(k_H/k_w) = (D_H/D_w)^{1/3}$ より溶融純鉄の窒素の拡散係数 D_N を推算した結果, $0.93 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}$ となり既往の著者らの値⁸⁾とよく一致し, ③式による推算値はかなり信頼度が高い。

文献: 1) 高田ら: 鉄と鋼, 61(1975), 404, 585, 2) P.J. Depuydt, et. al.: Met. Trans., 3(1972), 525, 3) 斎藤ら: 選研要報, 25(1969), 401, 67, 4) L.N. Saburov, et. al.: Izv. Akad. Nauk. SSSR Met., (1973), 103, 49, 5) L.D. Lucas: Compt. Rend., 259(1964) 3760, 6) 森田ら: 鉄と鋼, 59(1973), 4011, 362, 7) 成田ら: 日本金属学会春期講演概要, (1966), 90, 8) 井上ら: 鉄と鋼, 59(1973), 205

図1 $\log(k_H/D_H^{1/3})$ と $\log U$ の関係図2 Fe-Ni系合金の水素の拡散係数 D_H 図3 Fe-Si系合金の水素の拡散係数 D_H