

(115) 鉄族金属融体の粘性および自己拡散

東北大学選研

○早稲田 嘉夫
工博 大谷 正康

1. 緒言: 鉄族金属融体の粘性および自己拡散は実用的研究の解析に不可欠な物性値であるが, 測定が高温領域であり, 活性度も大きいなどの実験的困難さから, たとえば図1に示すように, 測定者によって差異が認められる場合も多く⁽¹⁾, 観測を変えた検討が要望されている。そこで, 原子間の相互作用の情報をもとに⁽²⁾, 相対状態原理を応用し, 鉄族金属融体の粘性および自己拡散について検討を行なった結果を報告する。

2. 方法: 本研究では「物質間の相違はペアポテンシャルを規定する定数のみでありとし, 諸性質の単位をこれらの定数を用いて表わすことにより共通の関係を導く」という相対状態原理を用いた。ペアポテンシャル中は, 融解現象の理論などにおいて用いられるように, エネルギーと距離を表わすパラメーター, ϵ および σ により次式のごとく表わされると考える。

$$\phi = \epsilon \phi^*(r/\sigma) \quad (1)$$

(1) 式に基づいて還元された関数および諸量を用いれば, 粘性係数(η) および自己拡散係数(D)の還元された表現として次式が得られる。

$$\eta^*(V^*)^{2/3} = \frac{N^{1/2}}{(MR\epsilon/k)^{1/2}} V^{2/3} \eta \quad (2)$$

$$D^*/(V^*)^{1/3} = \frac{N^{1/2} M^{1/2}}{(R\epsilon/k)^{1/2}} \frac{D}{V^{1/3}} \quad (3)$$

ここで N , R および k は Avogadro 数, 気体定数および Boltzmann 定数であり, また M は原子量, V は体積である。なお *印は還元された量を表わす。

3. 結果: (2) および (3) 式を用いて粘性および自己拡散の測定結果について検討した結果, 粘性係数ならびに自己拡散係数は還元された温度 T^* に測し, 物質の種類によらない関係として次式が得られた。

$$\log \eta^*(V^*)^{2/3} = -0.106 + 0.552 (1/T^*) \quad (4)$$

$$\log D^*/(V^*)^{1/3} = -0.436 - 0.772 (1/T^*) \quad (5)$$

したがって (4) および (5) 式の関係を用いれば実測値のない場合, 体積すなわち密度の情報さえ与えれば粘性係数および自己拡散係数を予測することができるので, 有効な関係式であると思われる。そこでこの方法を応用し, 斎藤ら⁽³⁾による実測密度の情報をもとに導出した純鉄の粘性係数を図1に破線で示す。本研究結果は, 主として実験的困難さのため, 測定者によって差異が認められる場合, あるいは測定がなされていない場合について, 指針を与えるものといえる。レビテーシヨン法などにより密度測定は行なわれているが⁽³⁾, 粘性などの測定がなされていない T_i , V などの鉄族金属融体に関する解析結果についても合わせて報告する。

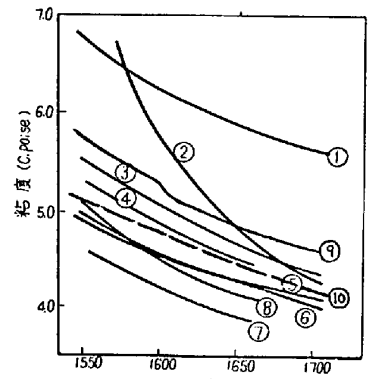


図1 純鉄の粘性 (1)

- ① Harfield & Kitchener ($E_\eta = 6.8$ kcal/mol)
- ② Vatolin, Vostryakov & Yesin ($E_\eta = 28$ kcal/mol)
- ③ 中西, 斎藤, 白石 ($E_\eta = 10.8$ kcal/mol)²⁷⁾
- ④ Schwick, Froberg & Hoffmann ($E_\eta = 14.3$ ")
- ⑤ Cavalier ($E_\eta = 8.5$ kcal/mol)
- ⑥ Lucas ($E_\eta = 9.9$ kcal/mol)
- ⑦ Thiele ($E_\eta = 10.6$ kcal/mol)
- ⑧ 川合, 辻 ($E_\eta = 13.3$ kcal/mol)
- ⑨ 斎藤, 石田, 前花, 橋本, 定五
- ⑩ 本研究

(1) 川合保治: 溶鉄の物性, 第2回西山記念技術講座, 日本鉄鋼協会, 1968年。

(2) 早稲田嘉夫, 大谷正康: 日本金属学会誌, 36 (1972), 1016。

(3) T. Saito, Y. Shiraishi and Y. Sakuma: Trans. ISIJ, 9 (1969), 118。