

大阪大学工学部 飯田 孝道, 上田 満, ○森田善一郎

1. 緒言 : 我々は、先に熔融金属の粘性を原子の運動量伝達の立場から考察することによりその理論式を導き、多くの純金属について、この式による粘度計算値が実測値とよく一致することを示した。¹⁾そこで我々は引き続きこの考え方をさらに発展させ、溶銑・溶鋼などのような多元系溶融合金の粘度を推定するための第一歩として、熔融二元系希薄合金の粘度について理論的考察を行い、それに基づいて理論式を導出し、さらに本理論式による計算値と測定値との対応性を検討した。

2. 理論式の導出 : いま純金属M中に微量の溶質Xが溶けているM-X二元系希薄合金液体を考え、その粘度を η_{dil} 、純金属液体Mの粘度を η_M とする。次に溶質原子Xがすべて溶媒原子Mで囲まれているような仮想液体を考え、その粘度を η_x^* とすると、 η_x^* は次式のように表わされる。

$$\eta_x^* \approx K \left\{ \frac{g(r_0) P(T)}{V^{2/3}} \right\}_M k_\eta (MT_m)_x^{1/2} \tag{1}$$

ここで $g(r_0)$ は動径分布関数の第一ピークにおける値、 $P(T)$ は原子の振動の寿命に関する因子、 V 、 M 、 T_m 、 K はそれぞれ原子容、原子量、融点、定数 ($\approx 2.3 \times 10^{-5}$ in Pa.s) で、サブスクリプトのM、Xは溶媒金属Mおよび溶質元素Xを表わす。また k_η は溶質原子Xが溶媒原子Mで取り囲まれていることによって生ずる相互作用を考えた原子振動に対する補正係数で、これは溶媒原子間距離 r_M 、XがMで囲まれている状態でのM-X原子間距離 r_x^* 、および溶媒溶質間の電気陰性度の差 $|\Delta X|$ 、および溶質元素Xの融点 $(T_m)_x$ の関数として次のように表わされる。

$$k_\eta = \left(\frac{r_M}{r_x^*} \right)^2 \left\{ 1 + \frac{4 \times 10^{21} r_x^{*2} |\Delta X|^2}{(T_m)_x RT} \right\}^{1/2} \tag{2}$$

上述の η_x^* は溶質原子Xの無限希薄におけるM-X相互作用を反映した粘度であるので、この関係を用いて溶質濃度 n_x におけるM-X希薄合金の粘度変化量 $\Delta\eta (= \eta_{dil} - \eta_M)$ は次のように示される。

$$\Delta\eta = K n_x \left\{ \frac{g(r_0) P(T)}{V^{2/3}} \right\}_M \times \left\{ k_\eta (MT_m)_x^{1/2} - (MT_m)_M^{1/2} \right\} \tag{3}$$

3. 計算値と実測値との比較 :

以上の(3)式の関係を用い、各種二元系希薄合金の粘度を計算し、実測値と比較した。図1にそれらの一例としてFe-C系合金についての結果を示す。本合金系を含め、ほとんどの二元希薄合金系では計算値は実測値とよい対応を示した。これらのことより、(3)式の関係は各種二元系希薄合金の粘度を推定あるいは予測する上できわめて有用であろうと思われる。

文献 : 1) 飯田, 上田, 森田: 鉄と鋼, 63, No. 11 (1977) S.

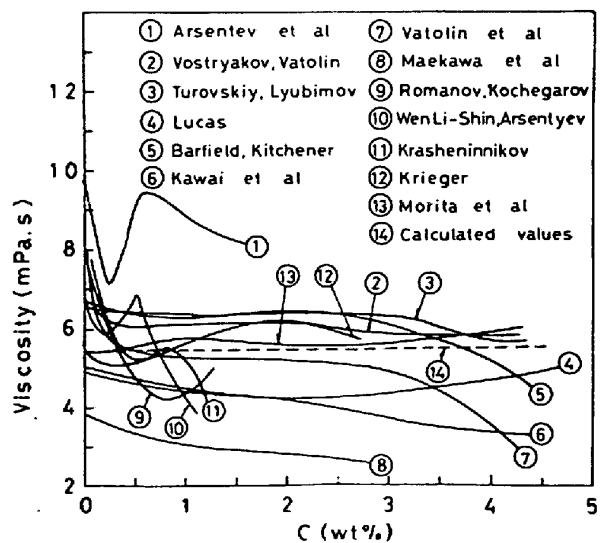


図1. 熔融Fe-C系合金の粘度の計算値と測定値の比較