

(140)

溶融合金の過剰粘度 (excess viscosity) に関する一考察

大阪大学工学部 ○飯田孝道, 上田 満, 森田善一郎

I. 緒言

溶融鉄合金の粘度は鉄鋼製錬などにおいて重要な因子であるが、測定が困難なため測定値はかなり異なっている。また簡単な計算により正確な粘度を予測できると思われる式も導出されていない。そこで溶融合金の粘度を、過剰粘度の形で、少数の既知の基本的なパラメータを用いて定式化した。

II. 方法

2元系溶融合金の粘度式は従来いくつか提出されているが、それらのうち過剰粘度, $\Delta\eta$, (各成分金属の粘度の加成性からのずれを表わす) の式として,

$$\Delta\eta = -2(X_1\eta_1 + X_2\eta_2) \Delta H / RT \quad (1)$$

がしばしば用いられ、実測値とよく一致する系もあることが報告されている。⁽¹⁾ ここで、 X_1, X_2 は成分(1,2)のモル分率, η_1, η_2 は各成分(純金属)の粘度, ΔH は混合熱である。上式によると $\Delta\eta$ の符号は ΔH によって決定されることになるが、表から明らかのように ΔH が(-)であるにもかかわらず $\Delta\eta$ が(-)の値を示す合金系も多い。そこで、多くの合金系に対して一般的に成立する式を導いた。

粘度は原子(イオン)間の衝突による部分と衝突によらない部分とに分けて考えることができる。従来の理論的考察を検討すると、原子間の衝突によって $\Delta\eta$ が支配される因子は主として剛体球の直径と原子の質量であろうと推定される。すなわち剛体球の直径の差($\Delta\sigma$)が大きいほど、 $\Delta\eta$ は負の側へずれる(これは表の $\Delta\sigma$ と $\Delta\eta$ との関係からも予想されるであろう。 $\Delta\sigma$ は Pauling によって提出されたイオン半径である)。それに対して原子の質量の差が大きいほど、 $\Delta\eta$ は正の側へずれる。次に衝突によらない部分は、簡単なパラメータによって表わすことは困難であろうが、上記(1)式の意味から考えて、(1)式に比例するものとする。以上のような考えから次式を導いた。

$$\Delta\eta = (X_1\eta_1 + X_2\eta_2) \left[-\frac{10X_1X_2(\sigma_1 - \sigma_2)^2}{(X_1\sigma_1^2 + X_2\sigma_2^2)} + \left\{ 5\sqrt{1 + \frac{X_1X_2(\sqrt{m_1} - \sqrt{m_2})^2}{(X_1\sqrt{m_1} + X_2\sqrt{m_2})^2}} - 1 \right\} - \frac{0.1X_1X_2\Delta U}{kT} \right] \quad (2)$$

$$X_1X_2N_0\Delta U = \Delta H \quad (3)$$

ここで、 σ は剛体球の直径, m は原子の質量, ΔU は交換エネルギー, k はボルツマン定数, N_0 はアボガドロ数, T は絶対温度である。

III. 結果

(2) 式の σ に対して Pauling のイオン半径を用いて2元合金系の $\Delta\eta$ を計算すると、多くの合金系について実測値と比較的よく一致した。一例として Fe-Ni 合金の計算値と実測値とを図に示した。

文 献

図 Viscosities of Fe-Ni alloys at 1600°C

(1) たとえば, A.F. CRAWLEY, Met. Trans., 3(1972), 971.

alloys	$\Delta\sigma$	$\Delta\eta$	ΔH
Ag-Sb	0.64	-	-
Ag-Sn	0.55	-	-
Al-Cu	0.46	-	-
Au-Cu	0.41	-	-
K-Na	0.38	-	+
Cu-Sb	0.34	-	-
Ag-Cu	0.30	-	+
Cu-Sn	0.25	-	-
Cd-Bi	0.23	-	+
K-Hg	0.23	+	-
Pb-Sb	0.22	-	-
Na-Hg	0.15	+	-
Pb-Sn	0.13	0	+
Sb-Bi	0.12	0	+
Ag-Au	0.11	+	-
Pb-Bi	0.10	-	-
In-Bi	0.07	+	-
Sn-Bi	0.03	+	+

