

(75)

多元系スラグの元素イオンとトランスポート係数および中性酸化成分の相互拡散係数の関係

東京工業大学

○ 後藤和弘,

H. Schmeltzried, 永田和弘

1 研究目的

三元系スラグ, 例として $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ など $10\text{-}20\text{-}30$ 系という記号で示す元素イオンである 1, 2, 3, 0 の拡散フラックス $\tilde{J}_i$ は Onsager の式により下記のように示される。

$$\tilde{J}_i = - \sum_{k=0 \sim 3} L_{ik} \frac{d\tilde{C}_k}{dx} + \tilde{C}_i v_0 \quad (1)$$

一方中性酸化成分 10, 20, 30 の拡散フラックス $\tilde{J}_{i0}$ は次のように示される。

$$\tilde{J}_{i0} = - \sum_{k=1 \sim 3} D_{ik} \frac{d\tilde{C}_{k0}}{dx} + \tilde{C}_{i0} v_0 \quad (2)$$

本研究の目的は (1) 式中の L_{ik} と (2) 式中の D_{ik} の関係式を導出することにある。

2 研究成果

$$D_{ik} = - \frac{T_{ik} RT}{S z_k \tilde{C}_{k0}} \frac{\sqrt{(\gamma_{k0})}}{\sqrt{(\bar{v}_{k0})}} \quad (3)$$

ここで (3) 式の導出には、スラグ中での電気的中性条件と局部平衡の仮定を用いている。その他の研究成果として実測可能なスラグの電導度や、イオンの輸率や、トレーサー拡散係数と L_{ik} の関係式を得た。例えばトレーサー拡散係数 D_i^{tr} との関係式は、

$$D_i^{tr} = \frac{f_i RT}{\tilde{C}_i z_i} L_{ii} \quad (4)$$

となる。又二元系スラグ $10\text{-}20$ 中の 10 と 20 の相互拡散係数 $\tilde{D}_{10-20}$ とカチオンである 1 と 2 のトレーサー拡散係数の間には決ったような関係式が導き出された。

$$\tilde{D}_{10-20} = N_{10} D_2^{tr} f_2^{-1} + N_{20} D_1^{tr} f_1^{-1} \quad (\text{スラグがアエオン、電子電導体の場合}) \quad (5)$$

$$\tilde{D}_{10-20} = \frac{D_1^{tr} D_2^{tr} f_1^{-1} f_2^{-1} (z_1 N_{10} + z_2 N_{20})^2}{z_1^2 N_{10} D_1^{tr} f_1^{-1} + z_2^2 N_{20} D_2^{tr} f_2^{-1}} \quad (\text{スラグがカチオン電導体の場合}) \quad (6)$$

(6) 式で $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 系について検証しほぼ正しいことがわかった。

多元系スラグの拡散かんわを初期と後期に分けると、そのかんわ速度は (5), (6) 式を少し修正することによって近似的に求められることを示した。

純粋な固体酸化物が多元スラグ中へ溶解するときの速度と、多元系スラグにあるわれれ金属浴の酸化の速度式を求めた。後者は次のようになる。

$$\frac{d\tilde{N}_{10}}{dt} = \frac{f}{4x} \int_{\text{metal/slag interface}}^{\text{surface}} \frac{T_{1k}}{S} d\tilde{\mu}^{(\text{neutral})} \quad (7)$$

この場合もし酸化剤が 10 のみであると (7) 式は C. Wagner の式と一致する。

3, 上記で用いた記号の説明。上つきの $\sim$ は当量あたりを意味する。 $\tilde{C}_k$ は k イオンの電気化学ポテンシャル, x は拡散方向の厚さ, $\tilde{C}_i, \tilde{C}_{i0}$ は 1 cm^3 中の当量濃度, v_0 は拡散の基準となる局部速度, T_{ik} と S は L_{ik} をきまればきまる物性値, $\sqrt{(\gamma_{k0})}$ は熱力学の因子, $\sqrt{(\bar{v}_{k0})}$ は体積因子, z_k はイオンの電荷, f_i は相関係数, N_{10} は 10 のモル分率, f は表面積, $4x$ はスラグの厚さである。