

(149) 製鉄スラグと製鋼スラグ中の擬二元相互拡散係数の近似的推定

東京工業大学

○ 永田和宏, 後藤和弘

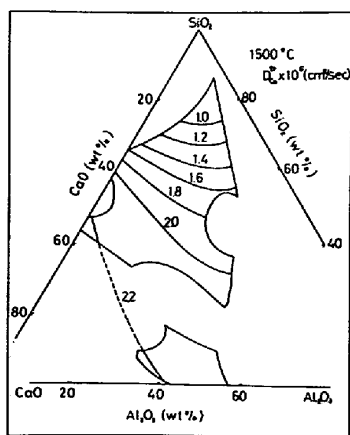
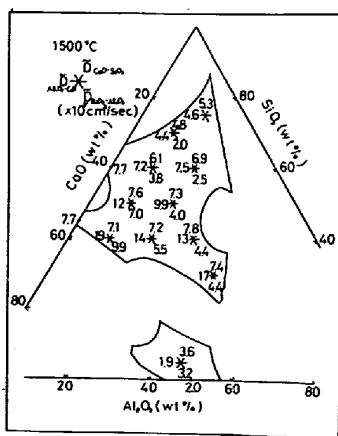
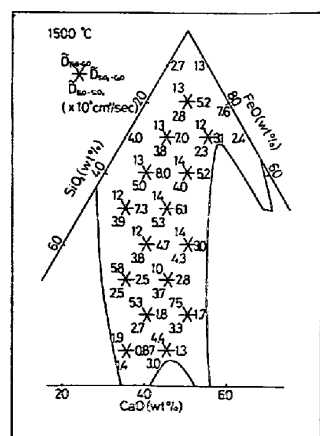
1) 緒言: 鉄鋼製錬においてスラグ中の成分の拡散は全て相互拡散であり、相互拡散係数はスラグメタル間反応の律速段階を推定したり、反応速度を決定する上で重要な物性値である。多元素スラグ中の成分の相互拡散係数マトリックスの測定は行われていないが、成分元素のトレーサー拡散係数の測定はいくつか行われている。著者らは前報^{*}で多元素スラグ中の相互拡散を擬二元相互拡散係数を用いて近似的に表わす方法を提案し、またクロス項を無視することにより擬二元相互拡散係数 $\bar{D}_{i0-20}$ をカチオンのトレーサー拡散係数 D_i^{tr} で表わす近似式を導いた。そして $40\text{CaO}-40\text{SiO}_2-20\text{Al}_2\text{O}_3$ スラグについて $\text{CaO}-\text{SiO}_2$ 擬二元相互拡散係数を計算した結果、クロス項を無視する場合には熱力学的ファクター $\{1 + (\partial \ln v_{\text{SiO}_2} / \partial \ln N_{\text{SiO}_2})\} = 1$ とすると、実験値とよく一致する事がわかった。

本研究の目的は $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ 製鉄スラグ中の $\text{CaO}-\text{SiO}_2$, $\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ および $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CaO}$ の各々の擬二元相互拡散係数を Ca , Si および Al のトレーサー拡散係数から近似的に推算する事である。さらに $\text{CaO}-\text{FeO}-\text{SiO}_2$ 製鋼スラグについても同様に $\text{CaO}-\text{FeO}$, $\text{FeO}-\text{SiO}_2$ および SiO_2-CaO の各々の擬二元相互拡散係数を近似的に計算する。

2) カチオンのトレーサー拡散係数: $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ スラグでは D_{Ca}^{tr} の実験値が15個、 D_{Si}^{tr} が12個および D_{Al}^{tr} が2個ある。これらの実験値とそとに 1500°C における Ca , Si および Al のトレーサー拡散係数を全溶融組成範囲にわたって粘性係数を参考にして推定した。例として D_{Ca}^{tr} についての結果を図1に示す。トレーサー拡散係数と粘性係数の間には Stokes-Einstein^{と類似} の関係が成り立つ事が実験的に確かめられているので粘性係数の組成に対する変化からトレーサー拡散係数の組成に対する変化を推定した。 $\text{CaO}-\text{FeO}-\text{SiO}_2$ スラグについても同様の考えに従ってトレーサー拡散係数を推定した。

3) 擬二元相互拡散係数の計算: 熱力学的ファクターを1として、カチオン・コリリクターに対する式を用いて計算した。 $\bar{D}_{i0-20} = D_i^{tr} D_0^{tr} (z_i N_{i0} + z_0 N_{0i})^2 / (z_i^2 N_{i0} D_i^{tr} + z_0^2 N_{0i} D_0^{tr})$ 。ここで N_{i0} は10-20二元素とみなした場合のモル分率である。 z_i はイオン種 i の電荷である。図2に $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系スラグについて 1500°C の計算値を示す。 1600°C の値は 1500°C の値の2.5倍で与えられる。図3には Fe と平衡する $\text{CaO}-\text{FeO}-\text{SiO}_2$ 系の結果を示す。

4) 誤差: 擬二元相互拡散係数の誤差はトレーサー拡散係数の誤差より見積って約数に10.5%くらいであろう。(※ 後藤, Schmalgried 永田: 鉄と鋼, Vol. 61 (1975) 575)

図1 D_{Ca}^{tr} の推定値図2 $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系の $\bar{D}$ 図3 $\text{CaO}-\text{FeO}-\text{SiO}_2$ 系の $\bar{D}$