

(71) C, Cr, Ni, V, Moを含む熔融多成分鉄合金の窒素溶解度

70071

金属材料技術研究所
特殊製鋼 技研

郡司好喜
須藤興一, 明石一孝

1. 緒言

熔融鉄合金の窒素溶解度は、2元系の鉄合金について数多く測定され、よく一致した測定値が報告されている。しかし、多くの元素を高い濃度で含む合金系についてはほとんど測定がなく、多成分、高濃度の合金鋼の窒素溶解度を推定することは不可能に近い。本報告は、2元系および3元系鉄合金の窒素溶解度を測定して、活量係数のTaylor級数展開における高次の相互作用パラメータを求め、多成分高濃度鉄合金への適用性を検討したものである。

2. 実験方法

1気圧窒素気流中において、鉄あるいは鉄合金約700gをアルミナ坩堝中で溶融し、1550~1700℃に約1時間保った後、石英管で合金を吸引し、分析試料とした。窒素はキルダール法により分析した。なお測温は、2色高温計によった。

3. 実験結果

(1) 熔融純鉄の窒素溶解度

1気圧窒素気流中における純鉄の窒素溶解度[%N]と温度(T°K)の間には、次の関係が得られた。

$$\log [\%N] = -769/T - 0.951 \quad (1550 \sim 1700^\circ\text{C})$$

(2) 熔融3元系鉄合金の窒素溶解度

1気圧窒素気流中で、1600℃における2元系ならびに3元系鉄合金の窒素溶解度を測定し、(1)の結果を利用して、各合金成分の相互作用係数を2次の項まで求めた。Fe-X-Y3元鉄合金の窒素に対する相互作用係数 $f_N^{X,Y}$ は次のようにあらわされた。なおCならびにNiの相互作用助係数は、Pehlke and Elliott (Trans. AIME, Vol. 218, December 1960, p1088)のデータを利用した。

Fe-Cr-C系: $\log f_N^{Cr,C} = -4.10 \times 10^{-2} [\%Cr] + 1.38 \times 10^{-5} [\%Cr]^2 + 25 \times 10^{-2} [\%C] - 2.16 \times 10^{-2} [\%C][\%Cr]$

Fe-Cr-Ni系: $\log f_N^{Cr,Ni} = -4.10 \times 10^{-2} [\%Cr] + 1.38 \times 10^{-5} [\%Cr]^2 + 1.0 \times 10^{-2} [\%Ni] + 2.00 \times 10^{-4} [\%Cr][\%Ni]$

Fe-Cr-Mo系: $\log f_N^{Cr,Mo} = -4.10 \times 10^{-2} [\%Cr] + 1.38 \times 10^{-5} [\%Cr]^2 - 1.29 \times 10^{-2} [\%Mo] + 3.07 \times 10^{-4} [\%Cr][\%Mo]$

Fe-Cr-V系: $\log f_N^{Cr,V} = -4.10 \times 10^{-2} [\%Cr] + 1.38 \times 10^{-5} [\%Cr]^2 - 9.31 \times 10^{-2} [\%V] + 2.24 \times 10^{-3} [\%Cr][\%V]$

Fe-Ni-C系: $\log f_N^{Ni,C} = 1.0 \times 10^{-2} [\%Ni] + 25 \times 10^{-2} [\%C] - 1.77 \times 10^{-2} [\%Ni][\%C]$

Fe-Ni-Mo系: $\log f_N^{Ni,Mo} = 1.0 \times 10^{-2} [\%Ni] - 1.29 \times 10^{-2} [\%Mo] + 4.79 \times 10^{-4} [\%Ni][\%Mo]$

Fe-Ni-V系: $\log f_N^{Ni,V} = 1.0 \times 10^{-2} [\%Ni] - 9.31 \times 10^{-2} [\%V] + 6.08 \times 10^{-4} [\%Ni][\%V]$

Fe-Mo-C系: $\log f_N^{Mo,C} = -1.29 \times 10^{-2} [\%Mo] + 25 \times 10^{-2} [\%C] - 9.42 \times 10^{-3} [\%Mo][\%C]$

Fe-Mo-V系: $\log f_N^{Mo,V} = -1.29 \times 10^{-2} [\%Mo] - 9.31 \times 10^{-2} [\%V] + 9.09 \times 10^{-4} [\%Mo][\%V]$

Fe-V-C系: $\log f_N^{V,C} = -9.31 \times 10^{-2} [\%V] + 25 \times 10^{-2} [\%C] - 2.19 \times 10^{-2} [\%V][\%C]$

$$\left[\begin{array}{l} [\%Cr] < 25 \\ [\%Mo] < 15 \\ [\%V] < 7 \\ [\%Ni] < 15 \\ [\%C] < 2 \end{array} \right]$$

(3) 熔融多元系鉄合金の窒素溶解度

一例として、表Iに示すような成分の6元系鉄合金を溶解し、1気圧窒素中での1600℃における窒素溶解度の実測値と計算値との比較を行った。

表I. 多元系鉄合金の窒素溶解度

表1の結果に示すように、2元系のみ相互作用パラメータにより求めた場合と比べ、3元系の高次の相互作用パラメータによる場合の方が、より実測値に近い。

合金の化学組成 (%)					実測値 [%N]	計 算 値 [%N]	
C	Cr	Ni	V	Mo		2元系のみ相互作用パラメータにより求めた場合	3元系の高次の相互作用パラメータにより求めた場合
0.60	12.94	13.25	6.65	13.00	0.426	0.491	0.416