

(81) 溶融鉄の窒素溶解度におよぼす合金元素の影響

東北大学 工学部

石井 不 夫

不破 祐

1. 緒言 著者らは先に溶融鉄の窒素溶解度を間接法および Sieverts法で比較した。その結果、両測定法による値は1600°Cで実験温度の範囲で一致したが、測定温度が高くなると、3R hot volumeが大きくなると Sieverts法による値は間接法による値より僅かに低く測定される傾向が認められた。

本報告はその後、溶融鉄の窒素溶解度におよぼす合金元素の影響について研究したものである。この場合、蒸気圧の高い元素を添加した系では坩堝材料と反応して生成物がガスとなり Fe-C系のような系については Sieverts法は測定原理上不適当であり、本研究では全て間接法により測定した。

2. 実験方法 実験装置は溶融鉄の窒素溶解度測定に用いた間接法の装置と同一である。N₂, H₂, Ar は市販のボンベガスを精製して用いた。反応管内に設置した溶解用鉄試料を約1時間H₂気流中で溶融して酸素を除去する。その後、N₂気流(約150ml/min)に切換えて合金元素を添加し、あらかじめ検討した所定時間、実験温度に保持して溶融鉄合金に窒素を飽和溶解させた後、試料の一部を内径約4mmの石英管で採取し、採取試料中の窒素と合金元素を定量した。窒素定量は水蒸気吸収-比色定量法、合金元素の定量はJIS法によりそれぞれ定量した。坩堝はアルミナ坩堝を用い、1540~1680°Cの温度範囲で溶融鉄の窒素溶解度におよぼす Al, C, Si, P, V, Cr, Mo, W, Mn, Ni の影響を測定した。なお、Fe-Al と Fe-V系では N₂-Ar 混合ガスを用的窒素分圧を変えて測定した。

3. 実験結果 窒素が溶融鉄中に窒化物を生成せずに溶解する場合の反応式は(1)式で示す。溶融鉄については Sievertsの法則が成立するのを窒素の無限希薄溶液に活量 a_N の基準をとり、窒素溶解度を [%N] (重量百分率) とすると、平衡定数 K は(2)式で示される。

$$\frac{1}{2}N_2 = N \quad (1)$$

$$K = a_N / \sqrt{P_{N_2}} \doteq [\%N] / \sqrt{P_{N_2}} \quad (2)$$

同様、溶融鉄合金中の窒素溶解度を [%N'] とすると、見掛けの平衡定数 K' は(3)式で示され、溶融鉄中の窒素の活量係数におよぼす合金元素 j の影響は(4)式の関係から求められる。

$$K' = [\%N'] / \sqrt{P_{N_2}} \quad (3)$$

$$\log f_N^{(j)} = \log K - \log K' = \log [\%N] - \log [\%N'] \quad (4)$$

10元素をそれぞれ添加した溶融鉄合金系の窒素溶解度測定結果は $\log f_N^{(j)}$ と [%j] の関係で一括して図1に示す。

溶融鉄の窒素溶解度を減少させる合金系 (Fe-Al 系は除く) では溶融鉄に窒素を飽和させた後に合金元素を添加して、溶解窒素量が高い側から平衡値に近づける方法でも測定したが、両者ともよく一致してあり十分平衡に達していたものと考えられる。 $\log f_N^{(j)}$ と [%j] の関係から各元素の相互作用即係数は次のように得られた。

大部分の系では従来の測定結果とはほぼ一致しているが、Fe-Al 系では従来の窒素溶解度を増加するに減少させるという相反する値が報告されたこと、Al は窒素溶解度を減少させる結果を得た。

合金元素 j	Al	C	Si	P	V	Cr	Mo	W	Mn	Ni
$2\log f_N^{(j)} / [\%j]$	0.010	0.130	0.061	0.066	-0.101	-0.047	-0.009	-0.003	-0.020	-0.011

文献 1) 不破, 属谷, 石井: 鉄と鋼, 51 (1965) 1834

2) 石井, 不破: 鉄と鋼, 60 (1974) S 52

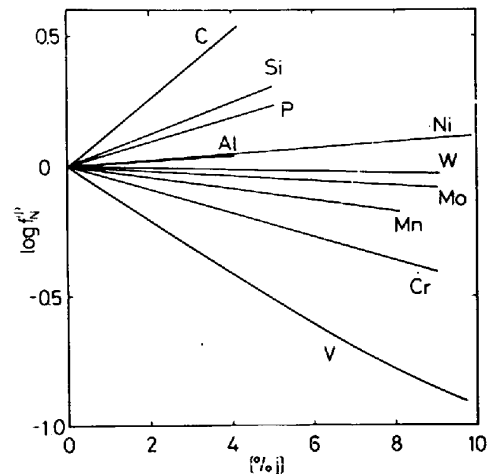


図1 溶融鉄中窒素の活量係数におよぼす合金元素の影響