

緒言：熔融鉄合金と雰囲気ガスとの間の窒素に関する平衡論的あるいは速度論的研究は盛んに行われてきた。溶解度の測定は多くはゾーベルト法あるいは急冷試料に対する化学分析によって得られているがいずれも連続的に測定することが容易でない。本研究では、測定条件の再現性が良く、試料組成を自由に選べる熱天秤を用い、連続的に窒素濃度を測定し、平衡論速度論双方に関する結果を得たので報告する。

実験方法：実験炉の熱源には、試料位置に関して軸対称に配置した二珪化モリブデン発熱体を用いて誘導電流から起こる試料の対流を抑えた。あらかじめ溶解調整した鉄合金約 30g ($[\%C]:1\sim4, [\%Cr]:0\sim30$) を内径 1.9cm の平底円筒アルミナるつぼ中で溶解した。熱対流を抑制するために $8\sim10^\circ\text{C}/\text{cm}$ の勾配で上方が高温になるように保った。雰囲気は CO 分圧を一定に保ちながら、 N_2 ガスと、これと同比重の $\text{Ar}-0.33\text{He}$ 混合ガスとの比を変化し調整した。試料重量の測定には RS-232C を備えた電子天秤を使用して連続測定を行い、試料中窒素の溶解度と物質移動係数の双方を同時に得た。

実験ならびに結果：I 溶解度の測定 (1) Fe-4%C 合金中への窒素の溶解度の温度依存性。1300~1550°C の温度で $P_{\text{N}_2}=0.8$ で行った結果、溶解度として、 $\ln([\%N]/P_{\text{N}_2})=0.82-0.88\times 10^4/T$ を得た。

(2) Fe-C 合金中窒素溶解度の $[\%C]$ 依存性。

$[\%C]=1\sim4.25$ で測定した。温度は 1550°C 一定、 $P_{\text{N}_2}=0.5$ 又は 0.8 の条件である。Fig.1 に結果を示す。 $[\%C]>3$ では、本実験の結果は、異なる実験手法を採用した石井らによる結果*1 よりも僅かに高い値を示しているが、実験の精度の範囲内で良く一致している。

(3) Fe-C-Cr 合金中窒素溶解度のクロム濃度依存性。

$[\%Cr]=0\sim28$ で測定した。温度は 1550°C 、 $P_{\text{N}_2}=0.5$ または 0.8 、 $[\%C]=4\%$ の条件で行った。Fig.2 に結果を示す。 $[\%C]=0$ に於ける結果*2 を実験(2)から得られた相互作用助係数 $e^{\text{C}}_{\text{N}}=0.131$ を用いて、 $[\%C]=4$ に外挿したものと比較した。実験の精度の範囲内で良く一致している。計算値は全体に若干低い値を示している。これは、クロムと炭素の相互作用が強いため、クロム濃度が高い領域では相互作用係数の適用に問題があるためであると思われる。

II 拡散係数の測定

実験(2)(3)の吸窒と脱窒過程が一次反応であったので、ガス側物質移動律速ではないことを確認した後、Fick の第二法則を有限厚みモデルについて解き、物質移動係数から拡散係数を導出した。Fe-C 合金中窒素の拡散係数の $[\%C]$ 依存性を調べたところ、 $[\%C]=1\sim4.3$ においては顕著な変化を示さず、 $2\sim 6\times 10^{-4}\text{cm}^2/\text{sec}$ であった。Fe-4%C-(0~28%)Cr 合金では、クロム濃度依存性をあまり示さず、 $1\sim 5\times 10^{-4}\text{cm}^2/\text{sec}$ であった。

(参考文献) *1 石井・萬谷・不破：鉄と鋼 68(1982)p.1551

*2 石井・井口・萬谷：鉄と鋼 69(1983)p.913

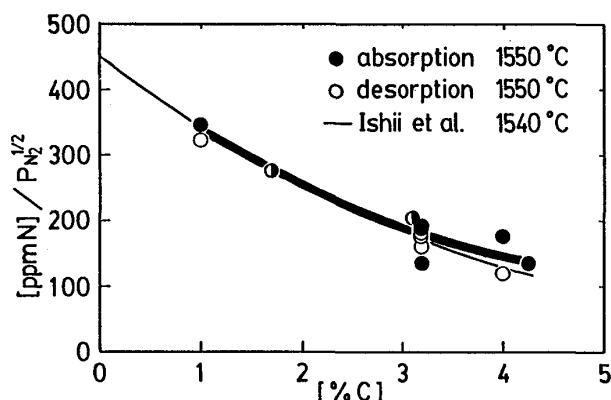


Fig.1 Solubilities of N in liquid Fe-C alloys.

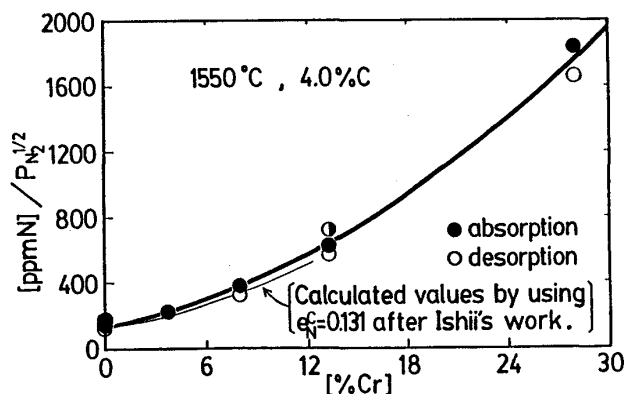


Fig.2 Solubilities of N in liquid Fe-C-Cr alloys.