

(88) 高压窒素ガスの鉄合金オーステナイト相への溶解度

東北大学金研
東北大学大学院

今井勇久進
○奈賀正明

1. 緒言

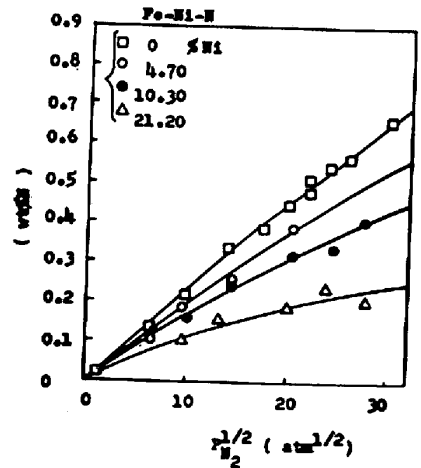
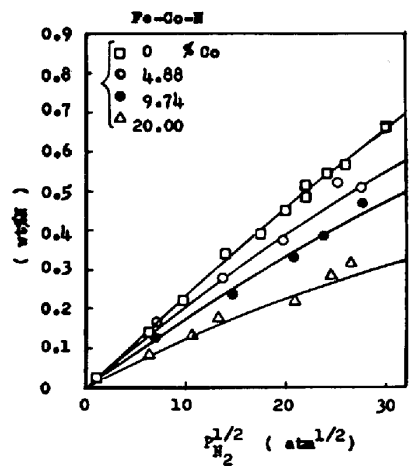
鉄中の窒素原子は炭素原子と同様に鉄格子中に侵入型として固溶し、鉄の性質に対し種々の影響を及ぼすことが知られているが、鉄-窒素系は金属-ガス系なので圧力を考慮しなければならない。しかし従来の高压ガス下の反応又は平衡は大部分 300°C 以下の低温に限られ、わずかに気相反応の研究が約 500°C で行われているに過ぎない。そこで著者らは目標として最高圧力 5000 気圧、最高温度 1600°C の高温高压装置を試作し、従来困難であった高压ガス下での加熱が行えるようになった。本研究では鉄合金試料を直接加熱する直接加熱炉を用いて今迄測定が困難で行われていなかった高压窒素ガスの鉄合金への溶解度を Fe-Co, Fe-Ni 系オーステナイト相について調べた。

2. 実験方法

試料は粒状金属コバルト、電解ニッケル、電解鉄を真空溶解し熱間圧延後冷間引抜した 0.5mm 中の線材で 4.88%, 9.74, 20.0 wt% Co, 4.7, 10.3, 21.2 wt% Ni の 6 種類で 1000°C x 1hr 水素中焼なまし後使用した。加熱は外径 4mm 中のコイル状試料に直接通電して行った。実験は高压窒素ガス中の不純物酸素ガスを金属 Na を加熱し除いた後試料を一定温度に 24h 以上保持後(予備実験より充分平衡に達していることを認めた)電流を切ることにより約 500°C/sec 以上の速度で急冷して行った。この冷却速度は高压程速くなる。窒素の分析は酸分解後水蒸気蒸溜ホスラー比色法によった。

3. 実験結果と考察

窒素溶解度 (wt%) と圧力 (atm) の平方根との関係を 1000°C に於て Fe-Co, Fe-Ni 系について各々図 1, 図 2 に示した。図中の口印は以前報告した純鉄オーステナイト相の窒素溶解度である。両系とも高压になる程 Sieverts の法則からの偏倚が大きく認められた。図 1. Fe-Co 系合金の窒素溶解度の圧力変化



また Fe-Ni 系の方が Fe-Co 系よりもその偏倚が若干大きい。この偏倚を説明するのに高压気体の圧力として熱力学的に有効な f_{N_2} を用いるが、本研究では Newton の法則「気体の活量係数 f/P と気体の圧力および温度を臨界圧力、臨界温度で割った換算圧力、換算温度との間には一定の関係がある。」を用いた。

Fe-N 系と同様に Fe-Co-N, Fe-Ni-N 3 元侵入型固溶体に於ても高压高窒素濃度になると窒素原子間の相互作用は無視しえず、理想侵入型固溶体よりずれてくると考えられ、 $f_{N_2}^{1/2}$ は $\log f_{N_2}^{1/2} = \frac{N_N}{1-9N_N} + 3.0 + B N_N (1000^\circ C)$ で与えられる。(N_N は窒素の原子率, N_M は Co 又は Ni の原子率, B は定数である。) 実験結果より 1000°C で Fe-Co 系に対しては B は +1.45, Fe-Ni 系に対しては +1.91 であった。

図 2. Fe-Ni 系合金の窒素溶解度の圧力変化