

(122) 溶鉄の窒素吸収速度について

富士製鉄・中央研究所

新名泰三 O高見敏彦

浜中一男

1. 緒言

溶鉄に対する窒素の挙動と把握することは製鋼連続過程における鋼中窒素のコントロールのために重要である。本研究では溶鉄中の酸素濃度、炭素濃度を雰囲気と平衡に保ちながら溶鉄に窒素を吸収させ、その速度に及ぼす酸素および炭素濃度の影響を求めた。さらに、酸化性雰囲気からの窒素の吸収、すなわち脱炭過程における窒素の吸収についても測定し、その過程について定量的に検討した。

2. 実験方法

予め真空溶解によって窒素濃度を20ppm以下にした500gの純鉄と適当な量の鉄・炭素合金あるいは酸化鉄をろつば(内径50mm)に入れ、10kC・8kW電子管式発振機で誘導加熱する。1600°Cに達したのち、反応管内を0.8気圧に保持されるよう(一酸化炭素+炭酸ガス)混合ガスを流して溶鉄中の炭素、酸素とこの雰囲気と平衡させる。次にこの混合ガスの圧力0.8気圧の上にさらに窒素ガスを添加した混合ガスに切替えて溶鉄に窒素を吸収させる。このガスを吹付けながら適当な時間を経過し石英管によって試料を吸上げ、水中で急冷して炭素・酸素・窒素の分析試料とする。

脱炭反応中の窒素の吸収実験の装置素材は上記と同じであるが、鉄が溶解し、1600°Cに達したのち、窒素ガス20%を含んだ酸素ガス・炭酸ガスあるいは炭酸ガス・一酸化炭素(1:4)混合ガスを吹付けて脱炭反応をおこさせながら窒素を吸収させる。

3. 実験結果および考察

本実験条件において得られた種々な濃度の炭素と酸素を含んだ溶鉄の窒素の吸収速度におよぼす酸素濃度の影響についてFig. 1に示す。なお、この図における縦軸の数値は次式が成立つとして求めた h_N [cm/sec]である。

$$\frac{dc}{dt} = \frac{A}{V} \cdot h_N (C_s - C) \quad (1)$$

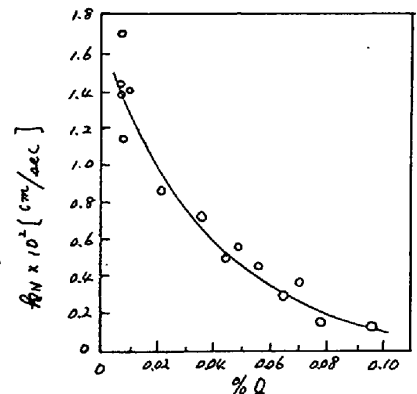
ここで C : 溶鉄内部の窒素濃度(%), A : 溶鉄表面積, V : 溶鉄の体積, C_s : 気相と平衡する窒素濃度[%]である。Fig. 1における h_N の対数と酸素濃度は直線関係で示すことができる。

脱炭反応中の溶鉄の窒素吸収の実験において、脱炭速度はいずれの酸化性ガスにおいても、ある炭素濃度以上では炭素濃度に無関係であるが、それ以下になると炭素濃度の低下につれて小さくなる。この場合も、 h_N の対数は前述のとおり酸素濃度の一次式で表わされ、酸素は炭素と平衡しているので、溶鉄の窒素吸収速度が(1)式で示されるとすれば、 h_N は炭素濃度の変化に応じて変化する。

C_s は次式であらわされる

$$C_s = K_N \sqrt{P_{N_2} / f_N^C} \quad (2)$$

相互作用係数 f_N^C は炭素濃度によって定まり、窒素分圧 P_{N_2} は脱炭速度と(酸化性ガス+窒素)混合ガスの流量によって定まるので低炭素領域では炭素濃度の変化によっても P_{N_2} は変化する。結局、 h_N と C_s は脱炭曲線が知られておれば時間の函数であらわされる。以上の関係式を(1)式に代入し、溶鉄中の窒素濃度の変化と数値計算によって求めて、実験値と比較するとよい一致が得られた。このことは脱炭過程中の溶鉄の窒素吸収は雰囲気ガスの酸化能には無関係で、専ら溶鉄の組成によって支配されることが明らかである。

Fig. 1 h_N と $\%C$ の関係