

【210】

氏名	藤村侯夫
	ふじむらきみお
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第402号
学位授与の日付	昭和46年1月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	溶鉄中の炭素の活量に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 盛利貞 教授 森山徐一郎 教授 森田志郎

論文内容の要旨

この論文は溶鉄中炭素の活量を 実験的および 理論的に求め、さらに Fe—C—X (Xは添加元素) 3元系合金の溶体について炭素の活量に 及ぼす添加元素の 影響を 調べたもので、序言および 5章からなっている。

序言ではこの研究の目的を述べている。

第1章は光高温計を用いて溶融金属および溶融鉄合金の温度を測定する場合に必要な、これら金属および鉄合金の有効放射率を求めた結果を述べたもので、Wien の放射式を用いて有効放射率の値を決定するにさいし、実験に使用する光学系の透過率をプリズメーターを用いてあらかじめ独立に測定し、有効放射率を求める新しい測定方法を用いている。測定条件については見掛けの輝度温度に及ぼす試料周辺の条件の変化を詳細に検討し、ランスの有無、ランスの内径、湯面との距離などについてその影響を明らかにしている。まず純鉄については1900°Cまでの温度範囲で測定条件を一定にしたうえで有効放射率の温度依存性を求め、温度の上昇につれて有効放射率はやや増加する傾向があり、菅野の式を用いて理論的に検討しさらに従来の測定値と比較している。つぎに1550°C 付近において溶融純鉄の有効放射率に及ぼす添加元素の影響を検討し、C (4%以下)、Co (20%以下)、Cu (全濃度範囲)、Mo (50%以下)、Ni (全濃度範囲) Si (19%以下)、V (32%以下)、W (10%以下) の影響を種々の濃度において決定した。また Fe—C—X 3元系合金については炭素濃度をほぼ0.7%に一定し、Al (10%以下)、Cr (20%以下)、Cu (5%以下)、Nb (10%以下)、S (2%以下)、Si (4%以下) および Sn (20%以下) の影響を種々の濃度において決定している。以上の合金系の大部分について従来の実測値はない。さらにこの方法によって有効放射率を決定した場合の誤差についても検討し、相対誤差が最大10%であると述べている。

第2章はガス比したがって炭素ポテンシャルを種々に変えたCO—CO₂混合ガスとFe—C 2元系溶体とを1550°Cにおいて平衡させ、この実測値から溶鉄中の炭素の活量係数の対数を炭素のモル分率N_cの2次式として表わし、諸家の測定値と活量曲線で比較し、Rist—Chipman および Samarin らの結果とほぼ一致

する結果を得ている。この実験は万谷・的場の実験に比較して、とくにCOの分解による炭素ポテンシャルの変化を防止することに留意しているのが特長である。さらにこの結果を用いて相互作用母係数 ϵ_c° と N_c との関係を求め、 ϵ_c° を N_c の1次式として示し、 N_c が増加するにつれて ϵ_c° の値は減少することを示した。さらにこの関係式から相互作用助係数 e_c° への変換式を用いて e_c° と重量パーセント% Cとの関係を求め、炭素の飽和濃度までの任意の濃度に対する e_c° の値を図示している。

第3章ではFe—C2元系溶体中の炭素の活量を統計熱力学的に検討した結果を述べている。すなわちFe—C2元系溶体は炭素原子が、ほぼ面心立方と考えられる鉄の準結晶格子に対して置換型と侵入型との両方の位置に混在した分布をとるものとし、かつ侵入型位置の数は炭素の飽和溶解度から考えて正八面体位置の1/4であると仮定した。この仮定に基づいて炭素の活量 a_c と N_c との関係を理論的に導びき1550°Cにおいて $N_c=0\sim 0.207$ の範囲で次式を得た。

$$\log a_c = -\frac{10}{417} + \frac{965}{417} \frac{N_c}{1-N_c} + \log \frac{4N_c}{5-9N_c} \quad (1)$$

(1)式は実測値によく一致し、しかも炭素飽和で $a_c=1$ となるが、(1)式から求めた ϵ_c° と N_c との関係は前章で求めた結果と比較するとその勾配が逆になっている。しかしながら実測値は N_c が0.04~0.207の間で求められないため(1)式が不都合であるとはいえないことを他の研究者の与えた諸式と比較して論議している。

第4章ではFe—C—X3元系溶体における炭素の活量に及ぼす添加元素の影響を述べている。炭素ポテンシャルとしてはこの種の測定値が全くない $a_c=0.03\sim 0.04$ 附近を選び、1550°CにおいてCo, Cr, Cu, Mo, Nb, Ni, S, Sn, VおよびW合計10元素の影響を調べ $\log N_c$ をそれぞれの添加元素Xのモル分率 N_x の1次式として示し、さらにこれらの実測値から相互作用活量母(助)係数および相互作用濃度母(助)係数を求めている。つぎに相互作用活量母係数と N_c との関係を直線で近似し、この関係式と第2章で求めた ϵ_c° と N_c との関係式とを組合せて相互作用濃度母係数を N_c の2次または3次式として表わすことができることを示し、実測値とともに図示している。さらに相互作用活量母係数と添加元素の原子番号との間に $a_c=0.03$ 附近においても一定の規則性が存在することを図示し、その理由を述べている。

第5章は以上の研究結果の総括である。

論文審査の結果の要旨

この論文は溶鉄中の炭素の活量ならびに炭素の活量に及ぼす添加元素の影響を調べ、その結果について考察検討したものである。

一般にこの種の実験では測温に光高温計を使用するが、まず実験装置の光学系の透過率をプリズメーターによってあらかじめ独立に測定しておき、溶融鉄合金の有効放射率を求める新しい測定方法を用いて有効放射率の値に及ぼす試料周辺の条件の変化を詳細に検討し、純鉄については1900°Cまでの温度範囲でその温度依存性を求め、また溶融純鉄の有効放射率に及ぼす添加元素の影響をC, Co, Cu, Mo, Ni, Si, V, Wについて1550°Cにおいて決定し、さらにFe—C—X(Xは添加元素)3元系溶体については、Al, Cr, Cu, Nb, S, SiおよびSnの影響を種々の濃度において決定しているがこの種の数値は従来ほとんど報告例を見な

い。

ついで炭素ポテンシャルを種々に変化したCO—CO₂混合ガスとFe—C 2元系溶体とを1550°Cにおいて平衡させ、その実測値から溶鉄中の炭素の活量係数の対数を炭素のモル分率N_cの2次式として表わし、諸家の測定値と比較検討している。この実験ではとくにCOの分解による炭素ポテンシャルの変化を防止することに留意し測定は炭素濃度が約1%以下で行なっている。さらにこの結果から相互作用母係数ε_cとN_cとの関係ならびに相互作用助係数e_cと重量パーセント%Cとの関係を炭素飽和までの全濃度範囲において求めている。さらにFe—C 2元系溶体中の炭素原子はほぼ面心立方と考えられる鉄の準結晶格子に対し置換型と侵入型との両方の位置に混在した分布をとり、しかも侵入型位置の数は炭素の飽和溶解度から考えて正八面体位置の1/4であると仮定して、炭素の活量a_cとN_cとの関係を統計熱力学的に検討し理論式を導びている。この式は実測値によく一致し、しかも炭素飽和でa_c=1となるが、この理論式から導いたε_cとN_cとの関係は実測値から求めた場合に比較してその勾配が逆になっている。しかしながら炭素の高濃度範囲における実測値がないため、理論式が不都合であるとはいえないことを他の研究者の与えた諸式と比較して論議し、今後の興味ある研究課題を提起している。

つぎにFe—C—X 3元系溶体について炭素の活量に及ぼす添加元素の影響をa_c=0.03~0.04附近において求めている。すなわち1550°CにおいてCo, Cr, Cu, Mo, Nb, Ni, S, Sn, V, およびWの合計10元素の影響を調べ、log N_cを添加元素Xのモル分率N_xの1次式として示し、さらに相互作用活量母(助)係数および相互作用濃度母(助)係数を求め、相互作用活量母係数とN_cとの関係を直線で近似し、この1次式と前述のFe—C 2元系溶体のε_cとN_cとの関係式とを組合せて任意の炭素濃度におけるFe—C—X 3元系溶体の相互作用濃度母係数をN_cの2次または3次式として計算できることを示した。さらに相互作用活量母係数と添加元素の原子番号との間にa_c=0.03附近においても一定の規則性が存在することを図示し、その理由を述べている。

これを要するにこの論文は製鋼反応の理論的検討に必要な溶鉄中の炭素の活量ならびに炭素の活量に及ぼす添加元素の影響を研究し、従来測定値のなかった溶融鉄合金の有効放射率の値を決定するとともに、多元系溶体の活量計算に必要な多数の熱力学的諸数値および諸関係式を与えたもので学術上はもとより実際上にも寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。