

浦義次郎君に対し謝意を表す。(昭和34年3月寄稿)

Chem. Eng. Progress, 43 (1947), 429

文 献

2) 佐野, 岡嶋: 日本鉱業会誌, 74 (1958), 485

1) J. D. Parent, N. Yagol G. S. Steiner:

熔鉄中の炭素の活量におよぼす Ni, Co, W, Mo の影響*

(合金熔鉄中の炭素の活量に関する研究—I)

不 破 祐**・ジョン・チップマン***

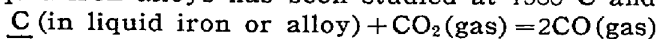
Effects of Nickel, Cobalt, Tungsten and Molybdenum on Activity of Carbon in Liquid Steel.

(Activity of carbon in liquid iron alloys—I)

Tasuku Fuwa and John Chipman

Synopsis:

The equilibrium of carbon monoxide-carbon dioxide mixtures with carbon dissolved in liquid iron alloys has been studied at 1560°C and represented by the equation:



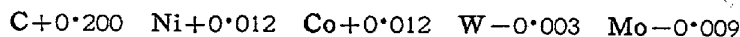
The results show fairly good agreement with the previous works on the iron-carbon system by Richardson and Dennis (F. D. Richardson, W. E. Dennis, Trans. Faraday Soc., 1953 Vol. 49, pp. 171~180) and by Rist and Chipman (A. Rist, J. Chipman, Rev. de Metall. 1926, 53, pp. 1~12)

Experimental difficulties arising from the deposition of carbon by decomposition of carbon monoxide have required restriction of the experiments to low-carbon alloys (0.1~0.3% C).

The relationship between the activity of carbon and the concentration of carbon and alloy elements, j , are expressed by the parameters

$$e^{(j)} = d \log f_C / d[\% j]$$

equivalent to the effect of one percent of the alloy on the logarithm of the activity coefficient of carbon as follows:



I. 結 言

鋼材に要求される性質が多岐にわたり、また厳しくなるにともない、鋼に添加される元素の種類も拡張され、あるいは添加成分量も増加し、かつ鋼の化学組成の許容制限もより厳しくなる傾向にある。一方低品質鉄鉱石の利用を余儀なくされ、また特殊鋼スクラップの再熔解にともない、製鉄製鋼過程に各元素の介入する機会も増加した。したがって製鋼の合理的操業に資するため、熔鉄中の成分元素の濃度と活量の関係、および成分元素の活量におよぼす他の共存元素の影響をあきらかにすることが要求されている。

熔鉄中の成分の活量を測定するにはいろいろの方法¹⁾があるが、本研究は熔鉄中の炭素の活量、および炭素の活量におよぼす添加元素の影響を測定することを目的としたので、現在のところ最も適当と思われる気体-金属間の平衡測定法を採用した。気体としては CO および

CO₂ の混合ガスを用いた。

この方法によるフェライトおよびオーステナイト中の炭素の活量、オーステナイト中の炭素の活量におよぼすマンガンと珪素の影響については R. P. Smith²⁾ による報告がある。

熔鉄中の炭素の活量については多くの人³⁾⁻⁹⁾により測定され、近くは Richardson と Dennis¹⁰⁾, Rist と Chipman¹¹⁾, さらに的場万谷両氏¹²⁾ の報告がある。熔鉄中の炭素の活量におよぼす添加元素の影響についてはモリブデンにつき Chipman と Manley¹³⁾, クロムについては Richardson と Dennis¹⁴⁾ の報告がある程度で、本研究においてはニッケル, コバルト, タングステン, モリブデン (以上本報) 硫黄, 銅, 錫, クロム, パ

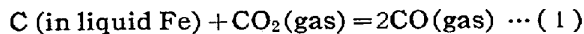
* 昭和33年4月本会講演大会において発表

** 東北大学工学部

*** Massachusetts Institute of Technology

ナジウム、ニオブ（以上次報）による炭素の活量におよぼす影響について測定した。

熔鉄中の炭素の活量は、次式の平衡関係を測定して、炭素の濃度の関数として得られる。



温度 T における平衡恒数 K_T は

$$K_T = (P_{CO})^2 / P_{CO_2} \cdot a_C = (P_{CO})^2 / P_{CO_2} \cdot f_C (\% C) \dots (2)$$

ここに a_C は炭素の活量, f_C は酸素の影響を無視できる範囲の炭素の活量係数. K' を見かけの平衡恒数とすれば $K_T' = (P_{CO})^2 / P_{CO_2} \cdot (\% C) \dots (3)$

したがって炭素の無限稀薄溶液を基準状態にとれば, 炭素の活量係数 $f_C = 1$ となり, ガス比 $(P_{CO})^2 / P_{CO_2}$ を任意に選び, その混合ガスと平衡させた熔鉄中の炭素量を測定して, 見かけの平衡恒数を求め, 炭素濃度を零に外挿すれば, 平衡恒数 K_T が求められる. したがってつぎの関係式が得られる。

$$\log f_C' = \log K_T' - \log K_T \dots (4)$$

まったく同様に, 熔鉄中に添加元素 j をいろいろな量加えて, 一定のガス比と平衡させた熔鉄中の炭素量を測定すれば, つぎの平衡式が得られる。

$$K_T'' = (P_{CO})^2 / P_{CO_2} (\% C) \dots (5)$$

ここに添加元素を含む熔鉄中の炭素が, 添加元素を含まない熔鉄中の同一炭素量の炭素と同じ活量をもつているとすれば, 炭素の活量係数におよぼす添加元素 j の影響はつぎのようになる。

$$\log f_C^{(j)} = \log K_T'' - \log K_T' \dots (6)$$

よって最初に添加元素を含まない熔鉄について $1560^\circ C$ における (1) 式の平衡反応を測定し, 炭素の活量

におよぼす炭素濃度の影響をあきらかにし, 続いてガス比が 100 をあまり越えない混合ガスと添加元素を含む熔鉄中の炭素との平衡を測定し, (6) 式によつて炭素の活量におよぼす添加元素の影響をあきらかにした. したがって平衡値の炭素量としては 0.3% を越えるものはまれであるが, 温度を $1560^\circ C$ に選び, ガス比を約 100 にとつた理由は, 実験初期に行つた諸結果から, 本実験に用いられた装置では, この種の測定値を不正確にする要因の一つである CO ガスの分解による炭素析出を, この条件で最小限度に止めることができたためである。

II. 実験方法

実験装置は Rist と Chipman¹⁾の研究に用いたものに改良を加えたもので Fig. 1 にこれを示す。

CO, CO₂, アルゴンはそれぞれ充分に純化され, おのおの流量計によつて調整され, CO およびアルゴンは約 300cc/mn, CO₂ を $0.03 \sim 2.0$ cc/mn に変化することにより, 希望するガス比 $(P_{CO})^2 / P_{CO_2}$ を得た. 各流量計はガスを混合し, 実際に熔解する場合と同じ条件で, CO₂ は重量法で, CO は重量法またはアルゴンと同様に石鹼膜を用いる容量法により検定された。

加熱熔解には Ajax-Northrup 6kw 高周波発振器を用い, 坩堝は主として MIT 自製の純アルミナ坩堝を二重にし, 両坩堝の間隙にモリブデン板をサセプター (susceptor) として用い, 坩堝内壁の熔鉄の上方に起り易い炭素析出を除いた。

熔解量は常に 30 g で, 電解鉄 (厚さ 1~2 mm) は坩堝に装入できる範囲でなるべく大きくとり, あらかじめ $850 \sim 1000^\circ C$ で水素還元したのを用い, 添加元素は純金属, 添加黒鉛は Grade AUC, $1700^\circ C$ で約 6 時間真空中で高周波加熱, 脱ガスし 20 メッシュ以下に砕いたのを用いた。

熔解にはガス比を調節した混合ガスが全期間用いられた. 初期の実験において試料をまずアルゴン気流中で熔解し, 熔鉄の温度を $1560^\circ C$ に上げて後, 調節した混合ガスに切り替えたが, 熔鉄表面に約 $30^\circ C$ 位高めに輻射する粒が浮遊し, その粒の大きさは熔鉄の温度と炭素含有量に支配され, 時には scum となつて表面をおおつて, 正確な温度測定を不可能にする. これは坩堝のアルミナが熔鉄中の炭素により還元され, 熔鉄中にアル

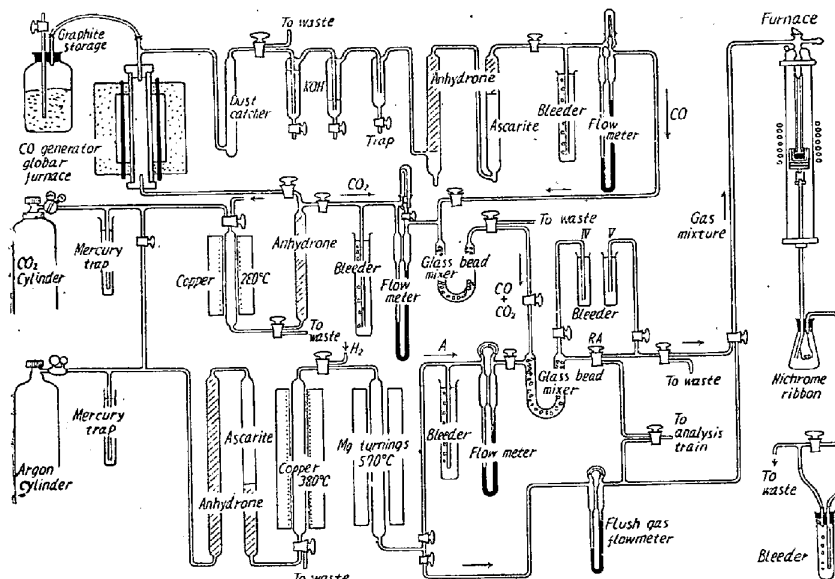


Fig. 1. Diagram of gas system.

Table 1. Analyses of charged materials.

Materials	Elements, percent									
	Fe	C	O ₂	S	P	Si	Ni	Co	Cu	Mn
Electrolytic iron Commercial analys. Checked analysis as received	99.85	0.018	0.080 0.005~ 0.012	0.004	0.005	0.007	0.008	0.007	0.008	
Reduced in H ₂ Graphite Commercial anal. Checked analys.		0.002	0.002			0.003>				0.003>
Cobalt Molybdenum wire Mond nickel	0.005>	0.003> 0.01		<0.006 0			0.71	Ashes <0.10 0.079		

ミニウムとして熔けこんだものが、混合ガス中の CO₂ によつて酸化されてアルミナとして熔鉄表面に表われる。これは、高周波誘導攪拌により浮遊するので、温度の測定を不正確にする。この粒子は熔鉄の温度を 50°C ほど上げるか、または混合ガスをアルゴン気流にかえて CO₂ 分圧の低い混合ガスに一時きりかえることにより除くことができるが、実験期間を通じガス比を一定に保つためできる限りガス比の変更を避けることがのぞましいので必要な場合は前者の方法によつた。しかしながら温度を上げる方法は明らかに熔鉄中の炭素を消費し、アルミニウムを増加することになるので、つぎのような標準熔解法にしたがつた。熔解はガス比を調節した混合ガスを最初から用いて加熱、15分後熔融、注意深く温度を 1560°C に上げて、一定に保ち、できるだけ過熱を避けた。

アルミナ粒子または scum は例えばニッケルのように鉄よりアルミニウムとの親和力の強いものを熔鉄が含む場合は出やすいので、そんな場合には坩堝はアルミナの代りにマグネシアまたはジルコニアを用いた。モルガナイト製 (triangle RR recrystallized) アルミナ坩堝も自製のアルミナ坩堝より有効であつた。これは気孔率が小さいためである。

熔解温度は全測定 1560°C で行なつたが、ガス比 156 なる混合ガス中で純鉄を熔解すると 3 時間で 0.17% C, 6 時間で 0.23% C まで気相から炭素が熔解する。この温度とガス比では平衡値として 0.27% C が得られた。したがつて平衡を得るのに非常に時間がかかるので、各熔解試料に平衡値に比較的近い炭素量に相当する黒鉛をあらかじめ加え、高炭素側より混合ガスによる脱炭、低炭素側から加炭させて少くとも 5 時間以上保持し、急冷して炭素量を定量し、さらに熔解を繰返して平衡炭素量を上下両側から確めた。

熔解は脱酸のためアルミニウムの小片を加え、ただち

に中止、混合ガスをアルゴンにきりかえて炉冷した。アルゴンまたはヘリウムを吹きつけて急冷も試みたが、この操作で反応管内に析出した炭素が熔鉄中に落下するおそれがあるので中止した。アルミニウムによる脱酸により、凝固過程にはガス発生は特に認められなかつた。

凝固後の試料とアルミナ坩堝との関係は添加元素によつて興味ある特徴を示した。低炭素の試料、ニッケルを含む試料は坩堝に強く固着して、グラインダーの助けを借りるほどであり、モリブデンやタングステンを含む試料は凝固時の収縮が大きいので容易に坩堝からはなれ、きれいな滑らかな表面をしていた。

かくて得られたインゴットはすべて表面をグラインダーで脱酸生成物、scum、坩堝との反応生成物を取り除き、左右 1/2 に相当する部分をミリングにより削りとつて化学分析に、残りの 1/2 をさらに 2 分して真空熔融法による酸素定量を行つた。

III. 実験上誤差の原因と対策

この種の実験にはいろいろの測定誤差の原因となるものがある。逐次項を追つて誤差を除き得た限度と対策について述べる。

A. 混合ガス

1. CO₂: 市販のボンベの CO₂ を用いたが、洗滌前の不純物は 0.09% O₂, 0.07% H₂O, 0.34% N₂ で Fig. 1 のごとく酸素と水分は除去できたが、窒素はそのまま混合した。

2. CO: 上記の CO₂ を水成ガス反応を避けるため、水分を除いた後 1150°C に加熱した黒鉛と反応させて CO を得た。黒鉛は 30 メッシュ以下 60 メッシュ以上の粒子で、CO₂ と反応して消耗するが、Fig. 1 のようにして CO 気流中で黒鉛を供給できる。しかし水素は CO の炭素析出を促進するので、熔解実験中黒鉛を補給

することは好ましくない。したがって 10 時間補給なしに CO を得るに十分な黒鉛を保持し得る寸法の容器を選び、黒鉛を 1150°C であらかじめ少くとも 8 時間アルゴン気流中で加熱し、水素を除いたもののみを溶解実験に使用した。CO 中の CO₂ を除くため、一時液体窒素を使用した。Fig. 1 のような洗滌系列で充分 CO₂ が除かれていることが実測されたので、液体窒素用トラップは除いた。

3. アルゴン: 0.2% N₂ が不純物として含まれているが、酸素は加熱したマグネシウム (シェーパー削り) を 2 段を通して除いた。銅、マグネシウム、スポンジ・チタンを前後に二つずつ組合わせて酸素除去を試みたが銅、チタンよりマグネシウムが最も効果的であった。マグネシウムの使用寿命は Fig. 1 のように、反応管の排気ガス中でニクロムリボンを赤熱し、リボンの金属光沢の変化の有無を見て判断した。

4. 混合ガス中の窒素: 窒素は除去されないが、全実験を通じて CO₂ は最大 0.16cc/mn, アルゴンおよび CO は最大 320cc/mn であるから、混合ガス中の窒素は 0.2% を越えない。この少量の窒素が熔鉄中の炭素の活量に影響するとは考えられない。

5. 流量計の検定: 流量計は個々のガスについて独立に検定しても、ガスを混合することにより条件が変わるので、混合した状態で、しかも実際溶解の条件にできるだけ近い条件で検定する必要がある。したがって Fig. 1 のコック R A を溶解用反応管に通じた場合も、ガス分析系列に通じた場合も流量計が変動を示さないように、コック R A 以後のガス抵抗を同一にして検定する必要がある。なお本実験においてはアルゴンも CO も流量を 300 cc/mn に一定にして、CO₂ の流量を変化させてガス比を調節したので、アルゴン用と CO 用の流量計の抵抗はできるだけ同一にした。したがって流量計の検定にも、まずアルゴンと CO の流量を 300cc/mn にして、これに CO₂ の流量を変化させて重量法により、CO₂ 用の流量計を検定した。(抵抗 I: 0.03~0.80cc/mn, 抵抗 II: 0.5~2.6cc/mn)

つぎに CO 用流量計は 420°C に加熱した酸化銅を通して CO₂ に酸化して、重量法により測定した (Fig. 2)。特に 300cc/mn の流量を中心にして ±30cc/mn の範囲を周到に検定した。

CO₂ の吸収剤にはアスカライトとアンハイドロン (anhydrous magnesium perchlorate) を用いたが、発熱反応が起るので、一定時間アルゴンのみを室温になるまで通した。吸収剤の吸収速度が早いので、吸引現象が

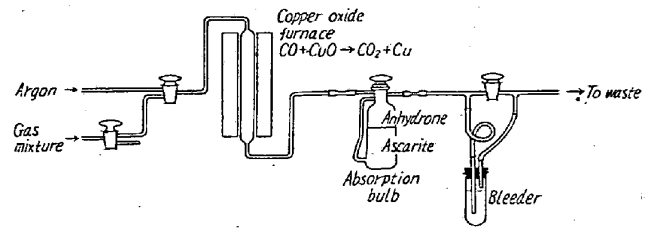


Fig. 2. Gas analysis train.

起るので、吸収瓶の前方のコックを常に調節して、流量計のヘッドを一定に保つ必要があつた。この方法による CO の検定は 4~7 分間行つたが、4~5 分の吸収が最も適当であつた。

なおアルゴンを停止すると CO の流量が増加するので、CO の流量計後方のコックを調節して、アルゴンを通していた時と同じ抵抗をあたえて CO の流量を石鹼膜による容量法で検定した。両法による流量は ±0.3% 以内で一致した。

アルゴンは CO とアルゴンの混合ガスを上記の容量法で測定して、CO の量を差引いて検定した。

6. ガス比測定: 流量計によつて希望するガス比に調節され、ガス比を変更するごとに、流量計の検定法とまったく同様にして再測定してガス比を確認した。各ガスは流量計の前後の抵抗をできるだけ一定に保ち、かつ流し放して止めることはまれであるので流量の変動はほとんどなかつた。しかし CO₂ の定量は各溶解前後に行い CO およびアルゴンは容量法により 3 日ごとに測定して万全を期した。

温度と大気圧の変化、流量計の検定誤差によるガス比におよぼす影響を最大にみても 5% 以下で、ガス比 5% の誤差は log K' に ±0.02 の大きさで影響する。

B. 温度測定

温度は光高温計により測定したが、温度測定の正確を期すために実際溶解の場合とまったく同様な条件で、反応管の板ガラスプリズムの吸収率 (transmissivity: α) を測定し、各合金の輻射率を測定する必要がある。

水素還元を行つた電解鉄をアルゴン中で溶解し、純鉄の熔融点を 1535°C として、Dastur と Gokcen¹⁵⁾ にしたがって純鉄の輻射率を 0.43 にとると、この反応管の光学系列の吸収率は Wien-Planck の式から 0.71 となる。

$$\ln(E\alpha) = (1/T_t - 1/T_a) C_2 / \lambda \dots \dots \dots (7)$$

ここに E = 目的物の輻射率 α = 途中に用いたガラス等光学系列の吸収率, $C_2 = 14,380 \text{micron-degree}$, λ = 使用した光の波長 (0.65 micron) T_t = 真の温度 (ケルビン),

T_a = 見かけの温度(ケルビン)

Fe-C 共融温度 1153°C を測定すると、 $E=0.36$ が得られた。この値は Dastur と Gokcen が純鉄 (1535°~1900°C) に与えた次式を 1153°C まで外挿して得る値と一致する。

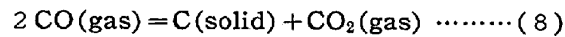
$$E(\text{liquid iron}) = 0.43 + 0.18 \times 10^{-3}(t - 1535)$$

Fe-Ni 系の合金には Smith と Chipman¹⁰⁾、Fe-Co 系合金には Floridis と Chipman¹¹⁾ の測定した E の値が確認され、その他の本実験に用いた系についての E の値は純鉄に等しいものと仮定した。

温度を一定に保持するには各 3~5 分ごとに温度を読みとつて調節した。一般に $\pm 5^\circ\text{C}$ の範囲で保持できるが、電圧の変動の多い時間は $\pm 10^\circ\text{C}$ にもなるので、本実験中平衡に近い熔解の最後の少くとも 2 時間を午後 11 時以後の電圧の最も安定した時間にえらび、温度一定を確保した。1560°C の温度測定で、 $\pm 10^\circ\text{C}$ の誤差は $\log K'$ としては ± 0.02 の大きさに影響する。

C. 炭素析出

従来の研究により、つぎの炭素析出反応は酸化物より



むしろ金属によつて促進されること、触媒の表面状態がいちじるしく影響すること、500~600°C 付近で最も起りやすいことが知られている。したがつて混合ガスの炭素析出を避けるために、つぎの考慮が払われた。

混合ガスは純アルミナの導入管によつて、室温から熔鉄表面に送られるので、導入管の内側の 500~600°C 部分を通るわけである。この導入管にはアルミナ、石英、冷却用水套付石英を使つたが、この導入管は混合ガスを直接熔鉄表面にふれるようなガスの流れにする必要があるため、試料が熔融すると同時に、坩堝の支持台を上げて、導入管の下端と熔鉄表面との距離を 4mm 以下とした。このため石英は先端がもろくなり、水冷式石英は混合ガスの熱分離を増大する結果が出たので、本実験には純アルミナ管のみを用いた。

導入管用純アルミナ管は適当な大きさと条件を選ぶためにいろいろな内径のものを混合ガスのガス比と流量、熔鉄の温度、熔解時間をそれぞれ変えて、一回ごとに取りかえ、内側に析出した炭素を酸素による燃焼重量法で測定した。その結果、内径 13mm、外径 20mm、長さ 26cm のアルミナ管を用いた場合は 1560°C でガス比 90~280 の間では析出炭素量はほとんど定量できず、肉眼でも内壁には黒色はまったく認められなかつた。しかもアルゴンを加えるとどの場合も導入管内の通過速度が大になり、炭素析出防止に効果あることを示した。した

がつてアルゴンを CO と等量加えて使用した。

流速が大きくなると導入ガスが熔鉄の温度と同一温度になつているか否かというおそれがある。これは最も重大な誤差になるが、流量以外を同一条件にして、ガス混合後 bleeder IV と V から一部混合ガスを排気して流量を 50cc/mn~700cc/mn の間で変化して熔解実験を行つたが、熔鉄中の平衡炭素値に実験誤差の範囲内で変化は認められなかつた。したがつて本実験は混合ガス 600cc/mn 付近で行つた。

つぎに反応後のガスが坩堝内壁に炭素析出することを避けるために、またできるだけ熔鉄の表面近くに金属が蒸着しないように、モリブデンのサセプターが用いられ同時にできるだけ坩堝の高さを低くすることが有効であつた (Fig. 3)。実験中モリブデンのサセプターがスパークなどによつて熔けて、サセプターの役をしないことがある。こんな熔解では坩堝の内壁上部にわずかに炭素析出が認められ、 $\log K'$ の値が正常な熔解から得られ

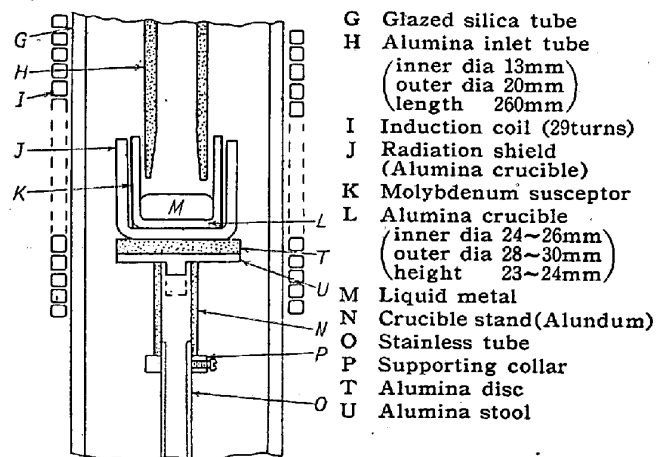


Fig. 3. Crucible assembly.

た値と ± 0.05 異つた。この事実から炭素析出から予想される影響は $\log K'$ として 0.05 以下であることは明らかであろう。

つぎに導入管の外部と反応管の内壁に蒸着した金属が反応後のガスの炭素析出反応に触媒の役をして促進することは避けようがない。したがつて混合ガスの流速をアルゴンを加えて早めることと低い坩堝を用いることにより、導入ガスと反応後のガスとの混合を避けた。

D. 化学分析

炭素の定量値が見かけの平衡恒数を決定するのに影響するが、幸いに燃焼重量法により $\pm 0.01\% \text{C}$ の誤差で定量できる。この絶対誤差は本実験中炭素量の一番低い 0.1% C の場合、 $\log K'$ に 0.04 の誤差となる。

E. 熱分離およびその他

熱分離による誤差も考えねばならないが、本実験にお

いては1分子のガスが温度勾配のある部分を通ずる時間は0.2秒以内であるのと、CO-CO₂-アルゴン混合ガスはH₂-H₂O混合ガスほど熱分離効果がいちじるしくないので、熱分離効果による誤差は無視できものと考えられる。

つぎに坩堝のアルミナが還元されて熔鉄中にアルミニウムが溶けこんでも、混合ガスにより酸化されるので、熔鉄中のアルミニウムの濃度は0.001%以下で、アルミニウムの影響は無視できる。

上記の二つの影響よりも注意すべきことは熔鉄中の酸素による炭素の活量係数におよぼす影響であるが、Fe-C系もニッケル、コバルト、タンゲステン、モリブデンをそれぞれ含む場合も、本実験で得た酸素定量値はすべて0.005%以下で、酸素の影響は無視できる。

熔鉄中の金属の蒸気圧、および金属蒸気と混合ガスの反応も、実験上の誤差を検討するうえに考慮すべきであるが、本報告に用いた金属については蒸気圧も低くその影響は無視できる。

IV. 実験結果

本研究にて熔解した試料は予備実験を含まないで150を越える。結果はFig. 4からFig. 9に示す。上下二図からなる上図の矢印は熔解の初めから終りまでの実際の変化量を示し、矢の横の数字は熔解の最終炭素量を示す。各下図の矢の方向と円に付せられた尾は平衡に近づく方向を示し、円は平衡決定に考慮した熔解である。矢印の尖端および円の中心が熔解終了時の炭素量から得た値である。

Fe-C系

ガス比60~4400主として90~280から得た結果は

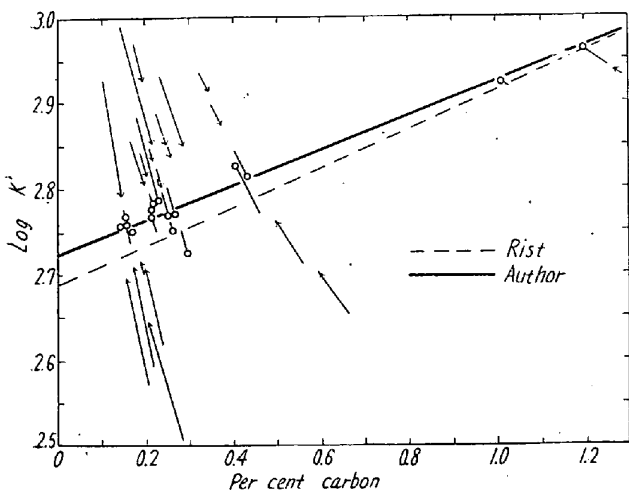


Fig. 4. Effect of carbon concentration on its activity at 1560°C.

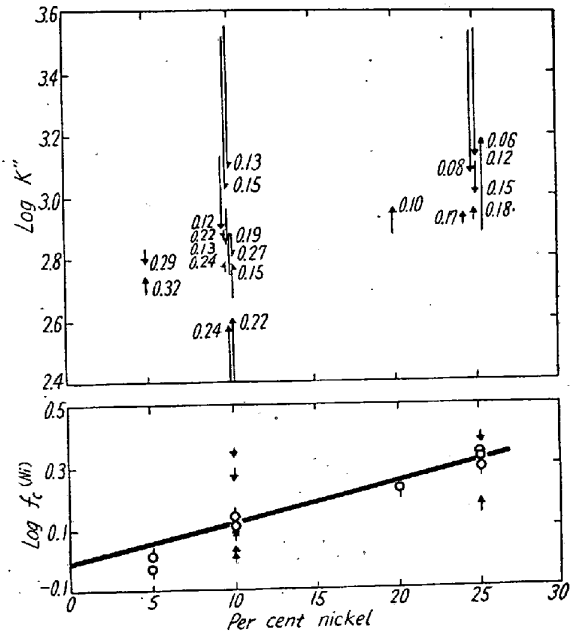


Fig. 5. Effect of nickel on the activity of carbon.

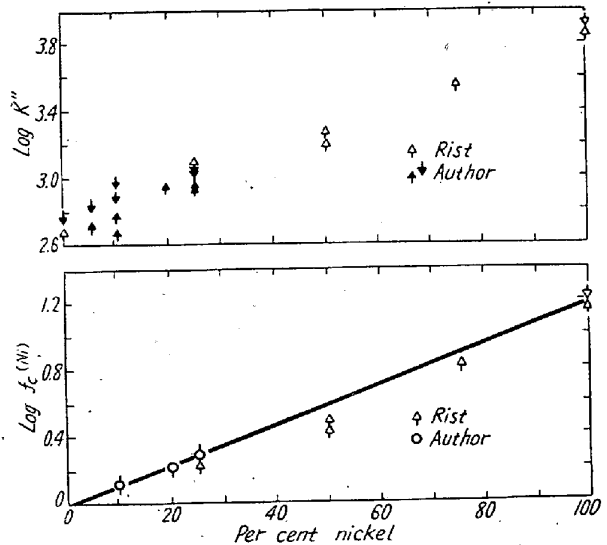


Fig. 6. Effect of nickel on the activity of carbon.

Fig. 4に示し、つぎの関係で表わされる。

$$\log K' = 2.72 + 0.20(\% C) \dots\dots\dots (9)$$

RistとChipman¹⁰⁾はRichardsonとDennis¹⁰⁾の結果とよく一致したとして、この関係につぎの式を与えた。

$$\log K' = 2.69 + 0.195(\% C) \dots\dots\dots (10)$$

高温実験を考慮に入れると両式は実験誤差内でかなりよく一致している。したがって各炭素濃度の炭素の活量の決定には(9)式を基準に用いた。

Fe-C-Ni系

ニッケル25%まで行つた結果はFig. 5に示すが、

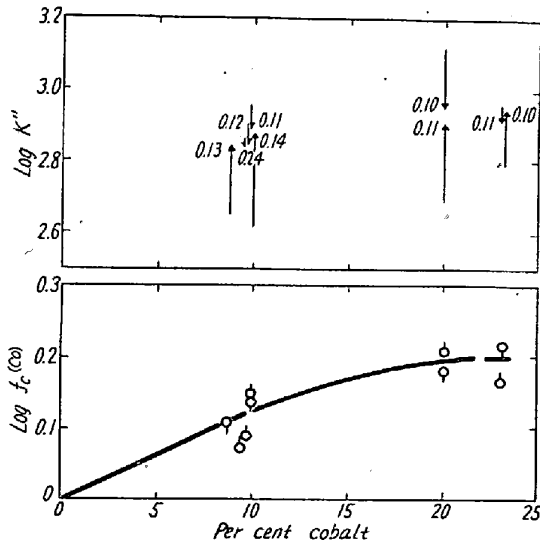


Fig. 7. Effect of cobalt on the activity of carbon.

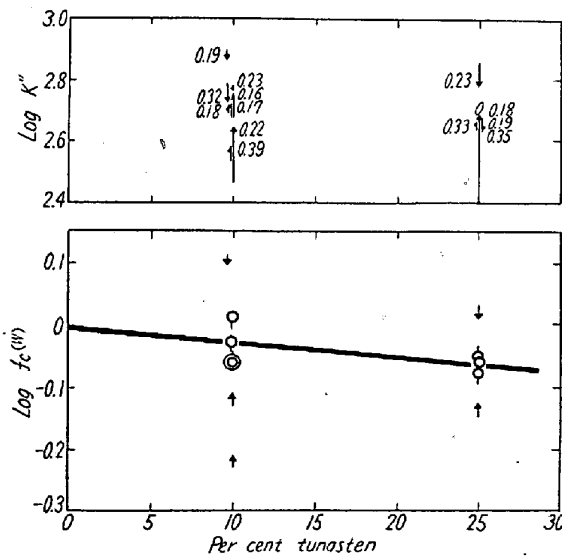


Fig. 8. Effect of tungsten on the activity of carbon.

Rist と Chipman¹⁸⁾が行った Ni-C 系および Ni-C-Fe 系の結果と比較すると Fig. 6 のようになり、ニッケルの炭素の活量におよぼす影響は Fe-Ni 全系に直線関係が成立つようである。

Fe-C-Co 系

この系は実験上なんらの支障もなく、結果は Fig. 7 に示す。

Fe-C-W 系

この系もなんらの支障なく測定され、結果は Fig. 8 に示す。

Fe-C-Mo 系

この系もやり易い系で、結果は Fig. 9 に示す。Fe-C-W 系と同様凝固の際収縮が起るので、坩堝から容易

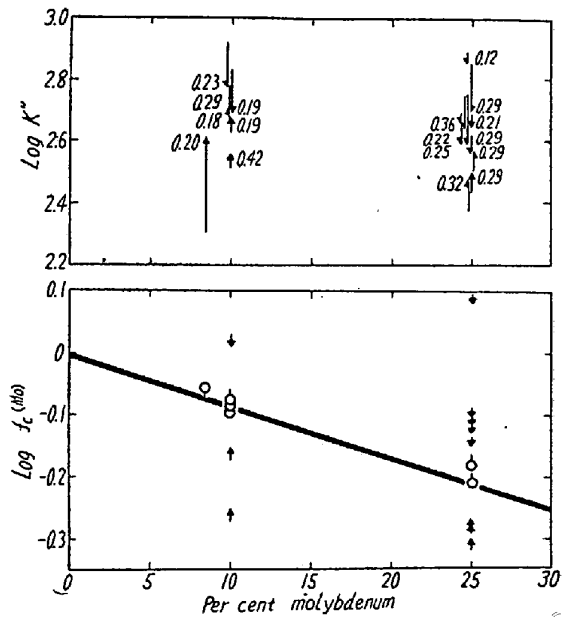


Fig. 9. Effect of molybdenum on the activity of carbon.

Table 2. Effects of alloying elements on the activity coefficient of carbon.

	$e_c^{(j)} = \frac{d \log f_c}{d [\% j]}$	$\epsilon_c^{(j)} = \left(\frac{d \ln f_c}{d N_j} \right) N_c$
Ni	0.012	2.9
Co	0.012	2.9
W	-0.003	-2.3
Mo	-0.009	-3.5

にインゴットが得られる。

V. 総 括

以上の結果を Wagner の相互作用母係数¹⁹⁾および助係数²⁰⁾によつて総括すると Table 2 のようになる。

Fe-C-Mo-W 系について 10% W, 10% Mo を同時に加えて検討したが、本四元系の $\log f_c^{(W,Mo)}$ は Table 2 の三元系の場合の値の和 ($\log f_c^{(W)} + \log f_c^{(Mo)}$) ときわめてよく一致を示した。(昭和 34 年 5 月寄稿)

文 献

- 1) John Chipman: Discussions, Faraday Society, 1948, 4, 23~49
Basic Open Hearth Steelmaking, AIME, 1954, Chapter 14
- 2) R. P. Smith: J. Amer. Chem. Soc. 1946, 68, 1163~75
J. Amer. Chem. Soc., 1948, 70, 2724~29
- 3) H. C. Vacher & E. H. Hamilton: Trans. A.I.M.M.E., 1931, 95, 124~40
- 4) H. C. Vacher: J. Res. Nat. Bur. Stand., 1933, 11, 541~551

- 5) 的場幸雄: 鉄と鋼, 1936, **20**, 837~47
鉄と鋼, 1937, **21**, 875~79
- 6) G. Phragman & B. Kalling: Jern. Ann.,
1939, **123**, 199~221
- 7) W. Geller: Archiv Eisenhuettenwesen, 1942
11, 479~90
- 8) S. Marshall & J. Chipman: Trans. Amer.
Soc. Metals, 1942, **30**, 695~746
- 9) E. T. Turkdogan et al: J. Iron Steel Inst.,
1955, **181**, 123~8
- 10) F. D. Richardson & W. E. Dennis: Trans.
Faraday Soc., 1953, **49**, 171~180
- 11) A. Rist & J. Chipman: Rev. de Metall.,
1956, **53**, 1~12
- 12) 的場・万谷: 学振 19 委 5436, April, 1959
- 13) J. Chipman & H. Manley: J. Iron Steel
Inst., 1955, **180**, 103
- 14) F. D. Richardson & W. E. Dennis: J. Iron
Steel Inst., 1953, **175**, 257~63
- 15) M. N. Dastur & N. A. Gokcen: Trans.
A.I.M.M.E., 1949, **185**, 665~7
- 16) D. B. Smith & J. Chipman: Trans. A.I.M.
M.E., 1952, **194**, 643~644
- 17) T. P. Floridis & J. Chipman: ScD. thesis
at MIT, 1957
Trans. A.I.M.E., 1958, **212**, 549~553
- 18) A. Rist & J. Chipman: (unpublished) 1955
MIT 実験ノート
- 19) C. Wagner: Thermodynamics of Alloys:
1952
- 20) J. Chipman: J. Iron Steel Inst. 1955, **180**,
97~107

ソ連鉄鋼雑誌スターリ誌英語版の刊行

ソ連語は、英独仏語ほどの親しみがないため、現在でも神秘化され、英米あたりでも苦手であるらしい。またソ連は歴史的に見て、科学上後進国であつたため、科学技術用ソ連語には外来語が多く、いわゆるソ連語学者でも、英独仏語の科学用語を知らぬと誤訳を起しやすい。したがつて、鉄鋼技術関係のソ連文献の翻訳はきわめて困難であつた。アメリカには Henry Brucher 氏というドイツ系の冶金学者がいて、主としてソ連語の冶金文献を英訳にして相当高値で配布している（わが国では、アグネ出版社がその代理店で、最近の『金属』誌上に毎号、この英語訳リストがついている）。

ソ連の鉄鋼誌スターリ (Stal') は第二次大戦前から発行されているが、殊に戦後はその国力増進、科学進歩に伴つて、ついに世界的権威の鉄鋼誌となるに至つた。英国鉄鋼協会や仏国鉄鋼情報局などでは、個々の論文を時々選らび自国語に訳している。日本でも「製鉄技術総覧別冊」の名で、スターリ誌の中から特定の一部記事のみが日本訳されて鉄鋼連盟の手で有償（毎月 200円）発行されている。しかし、これは、翻訳者が二、三の語学者のみに限られているから、必ずしも完全でない。また、選択記事も毎号四、五に限られているから、重要記事や難解記事が放置されることもある。この事情は英米でも同様であるらしく、このような鉄鋼読者の熱望に答える必要が起つた。

そこで、英国鉄鋼協会は英国政府の命を受けて、この英語全訳版を出すこととなり、日本鉄鋼協会宛に、日本国内での読者の獲得可能性を問合せて来た（1959-4-10 付書簡）。この Stal in English は 1959 年 1 月号以降刊行され、その 1 月号が 5 月中には出版されたはずである。年間 12 冊予約値段は、一般読者は郵税とも 20 ポンド 12 シリング、英国鉄鋼協会々員については 15 ポンド 12 シリングである。もし、日本でも入手し得るようになれば、鉄鋼読者にとって最大の喜びとなるであろう。