

Table 2. Porosity by different method (%)

	JIS	Paraffin	SK Porosity		
			Macro	Micro	Total
Kamaishi	1.69	5.56	1.47	0.74	2.21
Orissa	18.97	19.10	4.48	15.66	20.14
Hakkoda-San	60.01	61.14	28.26	20.65	48.91
Sinter I	33.62	39.71	10.52	4.61	15.13
" II	46.90	49.93	33.96	1.89	35.85
B.F. Coke	43.52	42.18	26.47	8.09	34.56

おこなった。すなわち同一試料を用いて JIS 法, SK 法, パラフィン法の順に気孔率を測定した。結果を Table 2 に示す。

JIS 法およびパラフィン法は褐鉄鉱, 焼結鉄またはコークスなどの気孔性大きい試料では SK 法の Total porosity に比べ非常に大きな値を示す。これはこれらの2法は試料表面の大きな気孔も気孔率として算入しているためである。

さらに焼結鉄を用いてこれらの方法による測定値の再現性につき実験をおこなった結果, JIS 法はバラツキ大きくパラフィン法および SK 法は小さい。しかしながらパラフィン法は上述のように非常に大きな測定値を与え気孔率測定法としては適当でないように思われ, 結局これらの中で SK 法が最もすぐれていると考えられる。

3. 粒径による気孔率の変化

塊状試料を破碎していった場合, 内部気孔が潰されるため試料の気孔率は段々小さくなる。もしその減少率が鉄石の種類にかかわらず一定であれば塊状試料の気孔性が他におよぼす影響を求める場合粒状試料により測定した気孔率と比較することができる。そこでこの関係を求める実験をおこなった。試料は前2回と同じく鉄石5種とコークス1種を用いた。始め粒径 40mm の試料の気孔率を測定した後, これを破碎して順次 20mm, 10

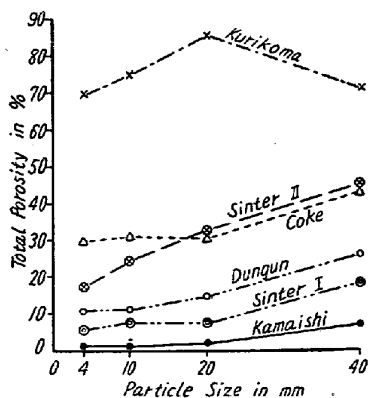


Fig. 1. Change of total porosity by crushing.

mm, 4~6 メッシュ (平均約 4mm) の試料をつくり各粒径につき気孔率を測定した。Total porosity の粒径による変化を Fig. 1 に示す。

これから栗駒を除き各試料とも 40→20mm では同じような減少度を示すが, 20mm 以下

になると気孔率の大きな試料と小さな試料では減少割合が違ってくるのがわかる。したがって鉄石などの気孔率が熔鉄炉の操業などに与える直接, 間接の影響を求める際は粒径 20mm 以上の試料により気孔率を測定すべきであると考えられる。

(63) 黒鉛ルツボ内の鉄鋼試料の測温

Measurements of Temperature of Iron and Steel Samples in the Graphite Crucible for Gas Analysis

N. Yoneda.

日立製作所中央研究所 理 米 田 登

I. 緒 言

鉄鋼における化学変化, とくに高温における化学平衡の測定とか, 鉄鋼中のガス成分の測定等において温度は非常に重要な因子の一つであり, とくに同試料内の酸素または窒素成分の形とか, 型とかを抽出分解温度のわずかな差によつて決定する場合ではなおさらである。

この測温に熱電対温度計, 光高温計, 輻射高温計, 光電管式高温計, 色高温計等種々考案研究されているが, これらのうち熱電対を使用するものを除いては, すべて完全黒体に対する補正, すなわち測温物の輻射率なるものが必要である。従来鉄および鉄合金の輻射率は多くの研究者によつて測定されているが, その結果はいずれもまちまちであつて, あるものは温度の上にしたがつて輻射率が大きくなつてきているのに対して, あるものはこれと逆に温度の上にしたがつて輻射率が小になるような結果の報告がある。

このように異なつた結果が報告されているのは, 測温の方法および測温物質の表面の状態, および雰囲気等のわずかの違いによつて輻射率が変化するためであつて, 個々の実験装置について, わずかな差はまぬがれ難いものと思われる。それ故その実験毎に鉄なり, 鉄合金の有

効輻射率なるものを測定しておけば最も効果的である。しかるにガス分析の場合は、一般に黒鉛ルツボ内に試料を加熱熔融するという特殊な場合であるので、今回はこれの測温に光高温計を用いた場合の有効輻射率を決定するために本研究をおこなつた。

II. 研究の方法

鉄鋼中のガス成分測定の際、その分析結果の誤差の大きな原因の一つは、ガス抽出温度の差によるものである。また、抽出温度が精確に測定できれば、試料中の酸化物とか、窒化物等の型も推定できるわけである。一般に鉄鋼中のガス分析は試料を黒鉛ルツボ中にて加熱熔融してガスを抽出し、この場合黒鉛ルツボ中の熔融試料を光高温計にて測定している。今回は、この光高温計と真の温度を示す Pt-Pt-Rh 熱電対温度計を併用し、坩堝内試料の輻射率を測定した。

使用した電気炉はエレマ炉でこの中に 35φ の透明石英管を挿入し、この中心部（温度均一部）にモリブデン線にて黒鉛ルツボを懸吊し、坩堝の底より 1mm の間隔を置いて Pt-Pt-Rh 熱電対用の石英保護管が封入してある。また石英管の上部は温度測定用の窓があり、これには光学用透明石英板および石英直角プリズムが付いており、これを経て光高温計で輝度温度を測定できるようになっている。また、この石英管内部は 1×10^{-5} mmHg 以上の真空にできるようになっており、また適当な精製ガスをもこれに装入することができる。なお使用した黒鉛ルツボおよび鉄試料はつきのごときのものである。

黒鉛ルツボは日立化工製で内径 8φ、深さ 25mm に加工したもので灰分、比重等の諸性質はつきのとおりである。灰分：0.051%，真比重：2.23，見掛比重：1.68，有孔率 24.6%。また、表面の仕上状態は▽▽程度で顕微鏡試験によれば、その凹凸度は 15~20μ である。また、鉄試料は電解鉄を黒鉛ルツボ中で高周波電気炉にて高真空 (1×10^{-5} mmHg) のもとに、熔融し急冷したものでその化学成分はつきのごときのものである。C: 4.30 Si: 0.032, Mn: 0.015, S: tr.

III. 測定結果およびその検討

まず使用した透明石英板及び石英プリズムの吸収能を標準ランプを用いて測定しておき、この補正輝度温度を用い、装置を 1×10^{-5} mmHg の真空にして、黒鉛ルツボ内に逐次 Fe-C 合金を入れ、これを熔融し、その間輝度温度と真の温度を測定して輻射率を求めた。なお 1400°C 以上は石英管が軟化するため、装置内に精製したアルゴンを入けて真空の場合と全く同一の方法で測定した。(1400°C 以下において真空の場合と、アルゴン 1

気圧の場合とを比較測定したが全く同じ結果を示した) Table 1 にその結果を示す。表中 H はルツボ上面より試料表面までの深さであり、R はルツボの内径を示す。また $\epsilon_{0.65}$ は波長 0.65μ の単色における単色輻射率である。

Table 1. Emissivity of Fe-C in graphite crucible.

H/R	$\epsilon_{0.65}$
5.50	0.93
4.20	0.92
3.25	0.92
2.25	0.84
1.30	0.71

さて一般に T°K にて単色輻射率 $\epsilon_{\lambda T}$ なる A 物質が同じく T°K にて輻射率 $\epsilon_{B\lambda T}$ なる B 物質でできているルツボ(内側は完全な円筒をなしているものとする)の底に円筒の軸に垂直なる表面を有しつつ加熱された場合、円筒の軸方向に出す輻射エネルギーは A, B 共に完全拡散面を有すると仮定すると、つきのようなものの総合されたものであると考えられる。

i) A の表面より直接垂直方向に出る第一次の輻射エネルギー: $\epsilon_{A\lambda T} \cdot E_{\lambda T}$ (ただし $E_{\lambda T}$: T°K における完全黒体の垂直方向の放射能)

ii) A の表面より出た輻射エネルギーのうちルツボの壁に何度か反射して、最後にふたたび A の表面のものと場所に戻つて来て垂直方向に出る輻射エネルギー。

iii) ルツボの壁の面より出た B の輻射エネルギーが直接 A の表面に入射され、そのうち一部が垂直方向に出てゆくもの。

iv) ルツボの壁の面より B の輻射エネルギーが各方向に出て、何度か壁なり、A の表面に当つて最後に A の表

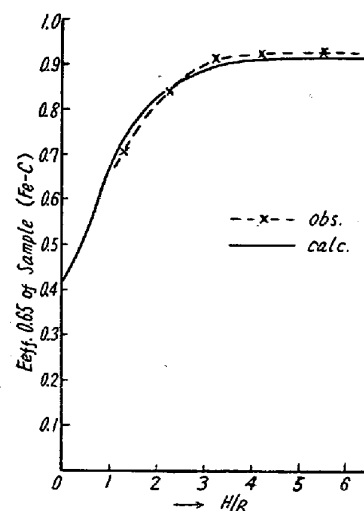


Fig. 1. Effective emissivity of Fe-C in graphite crucible.

面より垂直方向に出てゆくもの。

以上の4つのものであるが、これらを Lambert の法則を用い、理論的に計算すると、Aの表面より出る輻射能の有効輻射率 $\epsilon_{eff, \lambda T}$ はつぎのように導き出される、

$$\epsilon_{eff, \lambda T} = \epsilon_{a\lambda T} + (1 - \epsilon_{a\lambda T}) \epsilon_{bT} \cdot \frac{(H/R)^2}{1 + (H/R)^2}$$

この理論値より H/R と $\epsilon_{eff, 0.65}$ の関係を求めると Fig. 1 に示す通りであつて、実験結果とよく一致している。

IV. 結 言

鉄鋼の化学平衡とか、ガス分析の際最も重要な因子の一つである温度の測定について研究をおこない、光高温計を用いて、黒鉛ルツボ中の Fe-C 合金の輻射率を測定し、ルツボの形がきまれば、その有効輻射率が計算で近似的に導き出せることを見出した。

終りにのぞみ本研究を遂行するに当たり、終始御懇篤なる御指導を賜つた中研主任研究員、理博北川公氏に感謝の意を表す。

(64) 冷間圧延における圧延圧力実験式について

Experimental Formula for the Rolling Pressure in Cold Rolling

N. Shigemoto, et alii.

日立製作所安来工場

吹野晋作・橋本善利・○重本暢正

冷間圧延作業における圧延圧力については従来よりその理論式、実験式について種々報告をなされている。われわれは、現場作業における圧延計画の設計にあつてこれらの式のうち、どの式が最も実際の作業条件に適合した値をしめすかについて実験をおこなつた。

実験結果からいわれることは、ある一定の実験条件、すなわち圧下率一定とか、圧下量一定等の場合には、Von Karman, Trinks, Ford and Bland 等のいずれの式も良好に実験値と相関をしめし満足な結果をえられたが、ランダムな試験結果にたいしては、いずれの式も大きい誤差を生じた。そのためこれらの実験結果にもとづいて新に実験式をもとめた。

I. 実験方法および試料

使用ロール機 330φ/155φ×270L

圧延速度 30m/mn, 45m/mn

測定計器 DPM 型抵抗線歪計

試料 A: 18-8 ステンレス 2.3mm, 1.3mm 素材

B: SK 5 (0.85%C) 2.3mm 素材

A, B 各試料の機械的性質を各圧下率ごとにもとめ塑

性曲線を描き、これを圧延圧力計算の基礎資料として、変形抵抗、圧延圧力との関係をもとめた。

II. 実験結果

1. 変形抵抗 K_f 値の変化は Fig. 1 のごとくバラツキを示した。

2. 同一抗張力の材料を変形した場合 K_f 値は圧下率に逆比例し圧下率の大きい場合 K_f 値は小となる。

3. 圧延時の消費変形仕事量は加工硬化された材料内に極く少量潜在エネルギーとして残留する以外は熱に変化される。この際変形の結果あらわれる温度上昇の大きな程 K_f 値は低下し、発熱上昇温度の小なる程 K_f 値の上昇は急激となる。

以上のごとき結果が判明したため圧延仕事量の面から圧延圧力基礎式をつぎのごとくもとめた。

$$P = B_m \cdot \sqrt{R \cdot \delta} \cdot \sigma_B \left(1 + a \mu \sqrt{\frac{R}{\delta}} \right) \dots \dots \dots (1)$$

但し P ……圧延圧力, kg

σ_B ……材料抗張力, kg/mm²

B_m ……圧延材平均巾, mm

$\sqrt{R \cdot \delta}$ ……材料とロールの接触弧長, mm

δ ……圧下量, mm

a ……常数

μ ……摩擦係数

R ……ロール半径 mm

a なる常数は発熱温度一定なる範囲の K_f 値に計算 K_f 値をあわせてもとめられる。つぎにこの基礎式に温度による抗張力の修正項をいれるために、温度と抗張力の静的引張試験における関係から σ_B を修正した。修正抗張力 $S = \sigma_{Bx}/T$ とし x と温度 $T^\circ C$ の相関をもとめると、両値の対数値が明瞭な相関を示し、 $(C+T^b)/T$ が冷間圧延変形抵抗の温度修正項として適当であることが証明される。よつて修正抗張力 $S = \sigma_B \{(C+T^b)/T\}$ となる。この c と b は鋼種によつて定まつてくる。

したがつて圧延圧力式は

$$P = B_m \cdot \sqrt{R \cdot \delta} \cdot (C+T^b)/T \cdot \sigma_B \cdot (1 + a \cdot \mu \sqrt{R/\delta}) \dots \dots \dots (2)$$

式中 a は両鋼種とも同じ値をとり、 c , b の値は鋼種によつて定まつてくる。

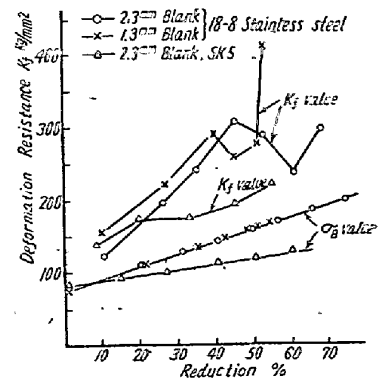


Fig. 1. K_f value tested